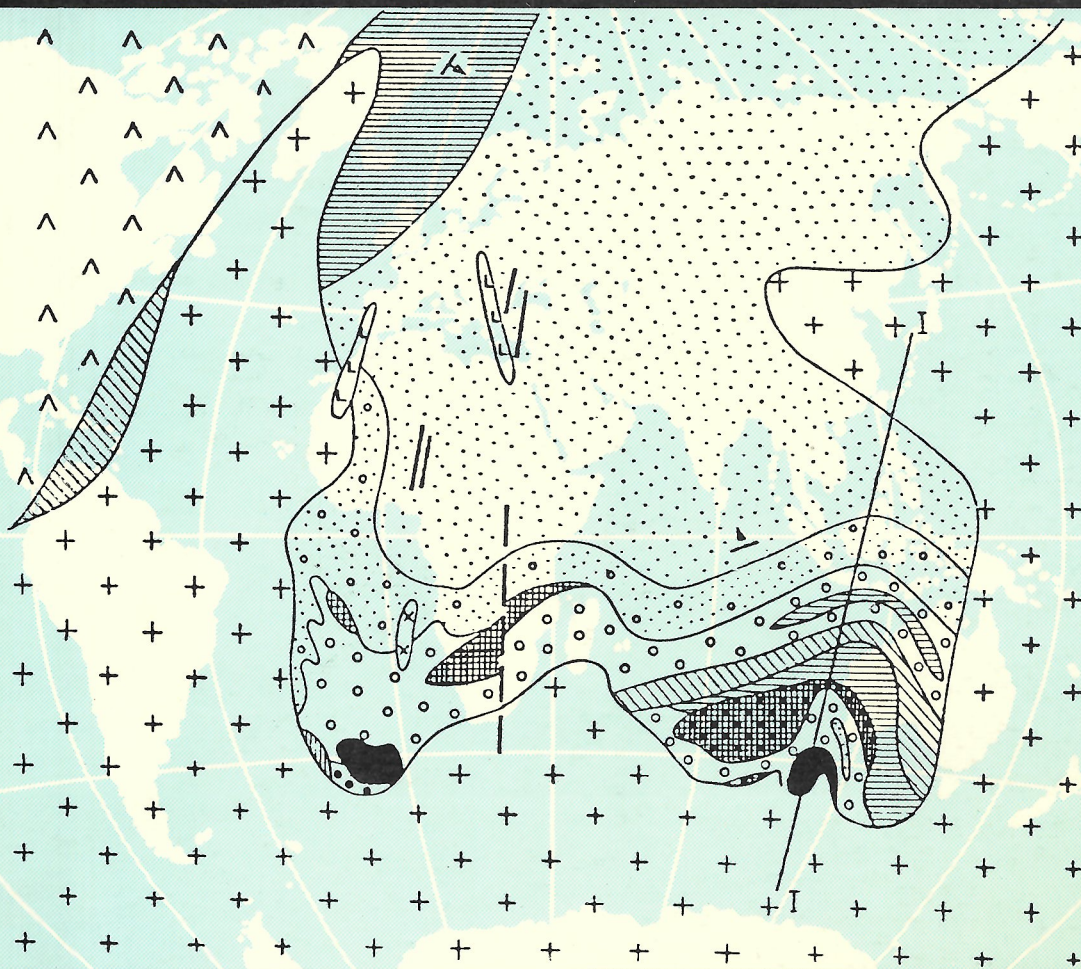


ISSN 0869-7175

Отечественная ГЕОЛОГИЯ



3/1996

ПРОГНОЗ КОМПЛЕКСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ

БОРОНОСНОСТЬ УРАЛА

Отечественная ГЕОЛОГИЯ

Ежемесячный научный журнал

Основан в марте 1933 года

3/1996

Учредители:

Комитет по геологии

и использованию недр РФ

Российское геологическое общество

Центральный

научно-исследовательский

геологоразведочный институт

цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро: Э. К. Буренков, Р. В. Добровольская (зам. главного редактора), А. В. Дурандин, А. Н. Еремеев, А. Н. Золотов, А. Б. Каждан, В. И. Казанский, Н. В. Милетенко, М. В. Рогачева (отв. секретарь), А. Ю. Розанов, Г. В. Ручкин (зам. главного редактора), Е. И. Семенов, В. В. Семенович, Б. А. Соколов, А. А. Шпак, А. Д. Щеглов (зам. главного редактора), В. А. Ярмолюк

Ю. И. Бакулин, А. Н. Барышев, Г. Р. Бекжанов, В. С. Быкадоров, Н. Н. Ведерников, И. Ф. Глумов, И. С. Грамберг, Т. В. Джанелидзе, В. А. Ерхов, А. И. Жамойда, Е. Н. Исаев, М. М. Константинов, Л. И. Красный, Н. К. Курбанов, Н. В. Межеловский, И. Ф. Мигачев, В. А. Нарсеев, В. А. Петров, В. М. Питерский, В. Ф. Рогов, В. И. Старостин, В. С. Сурков, В. П. Федорчук

Содержание

ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ		Сорокин В.М.*	
В Коллегии Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр	3	Зарубежный опыт использования каолинитсо- держащих бокситов	30
Издательско-информационная деятельность Роскомнедра	10	Дроздов В.П.*	
		Минералогия камнесамоцветного сырья	32
		Левин Л.Э., Разваляев А.В., Ларцев В.С.*	
		Строение и рудоносность осадочного чехла под- нятия Шатского	38
РУДНОЕ И НЕРУДНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ		ГЕОХИМИЯ	
Кудрин В.С., Архангельская В.В., Постников С.А., Эпштейн Е.М.		Жабин А.Г., Кудрявцев Ю.К., Филатов Е.И., Бескин С.М.	
Стратегия и принципы прогнозирования комп- лексных редкометалльных месторождений . .	12	Использование геохимической специализации вулканитов при прогнозе колчеданных место- рождений	44
Голиевкин Н.И., Бергман И.А., Шапошникова Н.Ю., Ефремов Д.М., Дмитриев Н.А., Медведовский С.Я.		Ротанков Ю.С.	
Проблемы прогноза и поисков высокопродуктив- ных объектов железных руд	19	Мелкомасштабное структурно-геохимическое дешифрирование при поисках месторождений полезных ископаемых	51
Лисицын А.Е.		Памяти Иосифа Львовича Шаманского . . .	55
Уральская бороносная провинция	25	Памяти Валентина Михайловича Гольдберга .	56

* Статьи были подготовлены в целевой номер журнала АО «ВНИИЗарубежгеология»

Редакция: Р.В. Добровольская, Г.В. Вавилова, М.В. Рогачева

Сдано в набор 15.01.96. Подписано в печать 4.03.96. Формат 70×108/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

Адрес редакция: 113545, Москва, Варшавское шоссе, 129б.
Телефон: 315-28-47

Отпечатано Государственным картографо-геодезическим предприятием «Поликарт»

В Коллегии Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр

14 февраля 1996 г. Коллегия Роскомнедра рассмотрела основные итоги геологоразведочных работ в 1995 г., за период 1991—1995 гг. и задачи на 1996 г.

В постановлении Коллегии отмечается, что геологоразведочные предприятия в 1995 г. осуществляли свою деятельность в условиях перехода на нецентрализованные источники финансирования, уменьшения средств федерального бюджета, выделяемых на геологоразведочные работы, структурных преобразований геологической службы, акционирования и приватизации предприятий, диверсификации производства.

Объем геологоразведочных работ, выполненных в 1995 г. всеми предприятиями и организациями разной формы собственности и ведомственной принадлежности, в денежном выражении составляет 6479 млрд.руб. Около 50 % объема всех работ выполнено акционированными предприятиями.

При относительной стабилизации объемов финансирования геологоразведочных работ намечался их рост по некоторым видам. Это вызвано уменьшением доли затрат, связанных с содержанием социальной сферы, и повышением удельного веса геологоразведочных работ, выполняемых по прямым заказам добывающих предприятий.

В структуре общего объема затрат, как и в прошлые годы, основной объем средств 81 % был направлен на геологоразведочные работы по воспроизводству минерально-сырьевой базы. В соответствии с принятыми приоритетами преобладающая часть средств использована на геологоразведочные работы на топливно-энергетические виды сырья — нефть и газ 57,8 %, уголь 3,7 %, уран 0,5 %, а также на благородные металлы 6,5 % и алмазы 2,4 %.

Несмотря на селективную поддержку региональных геолого-геофизических и геологосъемочных работ и рост их удельного веса в централизованных ассигнованиях на ГРР с 3,4 % в 1991 г. до 8,2 % в 1995 г., годовые объемы в 1995 г. оставались значительно ниже уровня 1991 г.

Объемы основного вида работ для федеральных нужд — геологической съемки м-ба 1:200 000 возросли с 135 тыс.км² в 1991 г. до 185 тыс.км² в 1995 г. за счет прекращения работ по геологической съемке м-ба 1:50 000, значительного сокращения опережающих геофизических работ (с 15,5 % в 1991 г. до 9,6 % в 1995 г.) и геохимического картирования. При общей геологической изученности территории Российской Федерации в м-бе 1:200 000, равной 82,8 %, геологическими картами, отвечающими современным требованиям, обеспечено лишь 28 % территории. Для изменения этой тенденции необходимо ежегодно выполнять геологосъемочные работы м-ба 1:200 000 в объеме 350—400 тыс.км².

Коллегия Роскомнедра 19 декабря 1995 г. утвердила «Основные положения по созданию государственной геологической карты России масштаба 1:1 000 000 (Госгеолкарта-1000, третье издание)». До 2015 г. необходимо обеспечить создание третьего поколения государственной геологической карты м-ба 1:1 000 000 для всей территории суши и континентального шельфа России, а также массива отвечающих современным требованиям государственных геологических карт м-ба 1:200 000 на 40 % площади территории России, с доведением ее общегеологической изученности в этом масштабе до 100 %.

Относительные объемы региональных гидрогеологических и геоэкологических исследований в общем комплексе гидрогеологических и инженерно-геологических работ увеличились с 45,1 % в 1991 г. до 67 и 63 % в 1994—1995 гг. соответственно. Объем геоэкологического картирования в м-бе 1:1 000 000 в 1995 г. составил 2 млн.км² против 1,1 млн.км² в 1994 г. Однако абсолютные объемы финансирования региональных гидрогеологических и геоэкологических работ за прошедший пятилетний период непрерывно снижались.

В 1993—1995 гг. в основном сформирована система государственного мониторинга геологической среды (ГМГС), включающая 15 тыс. наблюдательных станций и 700 участков и действующая практически по всей территории Российской Федерации. В последующие годы должно быть обеспечено развитие системы ГМГС путем расширения опорной наблюдательной сети, улучшения ее технической оснащенности, создания правовой и научно-методической базы, а также организационно-экономического механизма функционирования.

Для глубинного изучения земной коры и верхней мантии начаты работы по созданию государственной сети опорных геофизических профилей, параметрических и сверхглубоких скважин, включая профильные исследования комплексом геофизических и геохимических методов на пяти профилях на суше и одном морском профиле, параметрическое бурение.

В 1995 г. объем специальных гравиметрических работ м-ба 1:200 000 составил 42,2 тыс.км², в то время как расчетные годовые объемы должны составить 260—290 тыс.км².

В 1991—1995 гг. завершена проходка Кольской (12261 м), Воротиловской (5374 м), Тимано-Печорской (6904 м), Колвинской (7057 м) сверхглубоких скважин. Продолжается бурение Уральской (проектная глубина 15 км, фактическая 5350 м) и Тюменской (соответственно 8000 м и 7502 м) скважин. Кольская и Воротиловская скважины по решению Коллегии Роскомнедра в 1995 г. переведены в режим геологических работ.

Объем финансирования сверхглубокого бурения за 1991—1995 гг. снизился в 3,7 раза при резком росте затрат на ликвидацию и консервацию скважин и сопутствующих объектов.

Объем финансирования работ в Мировом океане, Арктике, Антарктике и на континентальном шельфе в 1995 г. составил 16,7 % от уровня 1991 г. Численность персонала за тот же период уменьшилась на 32,1 %. Сокращено число объектов работ в Мировом океане.

Подготовлена «Концепция изучения и освоения углеводородных ресурсов континентального шельфа Баренцевоморской провинции», которая одобрена Экспертным советом при Правительстве РФ. Выполнены комплексные геолого-геофизические исследования в составе 40-й Российской Антарктической экспедиции (РАЭ) и начаты работы в составе 41-й РАЭ.

Проводились морские исследования на железо-марганцевые конкреции и кобальто-марганцевые корки в Тихом океане и на глубоководные сульфиды в Атлантическом океане, а также работы по созданию нового поколения глубоководных необитаемых и обитаемых подводных аппаратов, техническому перевооружению научно-исследовательских судов, подготовке программного и информационного обеспечения.

Морские геологические исследования нуждаются в государственной поддержке, что обусловлено необходимостью закрепления прав России на минеральные ресурсы участков дна Мирового океана, уточнения внешней границы континентального шельфа и обеспечения геополитических интересов России в Арктике и Антарктике.

В 1991—1995 гг. геологоразведочные работы на нефть и газ продолжались во всех нефтегазоперспективных провинциях России.

В 1991 г. объем бурения на нефть и газ по России составил 4211 тыс.м, а в 1995 г. — 1347 тыс.м, т.е. сократился в 3,1 раза. В 23 раза сократились буровые работы на европейском Севере, в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и на шельфах морей. В этих регионах в 1995 г. объем буровых работ на нефть и газ составил всего 2,2 % общего объема по России.

В основных нефтегазодобывающих регионах страны — Западной Сибири и Урало-Поволжье объемы буровых работ по сравнению с 1991 г. уменьшились в 2,5 раза. В 1995 г. благодаря принятым мерам они стабилизировались на уровне, близком к уровню 1994 г.

Общее сокращение объемов геологоразведочных работ привело к резкому уменьшению объемов поискового бурения в высокоперспективных, но слабоизученных районах. В 1994—1995 гг. основные объемы бурения, выполняемые добывающими и геологическими предприятиями, были сосредоточены на объектах, расположенных вблизи месторождений в обустроенных районах.

Как следствие снижения объемов работ, из года в год уменьшается число открываемых месторождений углеводородного сырья: в 1991—1995 гг. в России открыто 234 месторождения нефти и газа (в т.ч. нефтяных 184), но только 33 из них (нефтяных 24) — в 1994 г. и 25 (нефтяных 19) — в 1995 г.

Впервые за многие десятилетия, начиная с 1994 г., прирост запасов нефти (с конденсатом) и газа не компенсирует их добычу. В 1995 г. прирост запасов нефти и газа соответственно составляет 64,5 и 35,8 % (без учета пересчета запасов газа по Штокмановскому месторождению).

Объемы геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в 1991—1995 гг. сокращались, в т.ч. по углям в 2,5 раза, урану — 7,8, золоту — 6,6, меди, никелю и бокситам — 1,5, свинцу и цинку — 8. Резко уменьшились объемы работ и по большинству других видов полезных ископаемых, особенно по цветным и редким металлам, а также неметаллическим полезным ископаемым. Сокращение объемов финансирования геологоразведочных работ усугублялось отвлечением централизованных средств на поддержание инфраструктуры производственных организаций и ликвидацию геологических поселков.

В этих условиях геологоразведочные работы были направлены на поддержание минимальной обеспеченности разведанными запасами действующих горнодобывающих предприятий и на поиски, в первую очередь, стратегических и остродефицитных для России видов минерального сырья.

В Республике Коми завершена предварительная разведка одного из участков Парнокского месторождения марганца с запасами окисленных руд 795 тыс.т. Получены положительные результаты на Аганозерском месторождении хромитов (Республика Карелия), приращены запасы золота на россыпях Амурской, Магаданской областей, в Республике Саха (Якутия), на коренных золоторудных объектах Свердловской и Магаданской областей. Однако прирост запасов в республике Бурятия, Иркутской, Челябинской и Читинской областях составляет менее 50 % объема их погашения. Достаточно высокими темпами ведутся разведочные работы на Ботубинской кимберлитовой трубке, обнаруженной в 1994 г. Они подтверждают перспективность и высокое качество алмазов этого месторожде-

ния. В Иркутской области завершены поисково-оценочные работы на Большетагнинском месторождении редких металлов. На его базе возможно создание высокорентабельного предприятия, полностью обеспечивающего потребности страны в ниобии. В 1995 г. по сравнению с 1994 г. значительно усилены работы по поискам сырья для атомной энергетики.

В целом по России прирост запасов, запланированный на 1995 г., выполнен по железным рудам (246 % планового уровня), марганцу (156 %), меди (174 %), никелю (118 %), свинцу, цинку, вольфраму (100 %), олову (220 %), золоту (117 %), алмазам (208 %), урану (260 %), плавиковому шпату (190 %). Получены приросты запасов хромовых руд (0,3 млн.т), титана (1342 тыс.т диоксида), слюды-мусковита (0,2 тыс.т).

Полученные даже в условиях сокращения объемов добычи полезных ископаемых в 1995 г., приросты запасов не компенсировали их погашение в недрах. Доля прироста запасов от добычи в 1995 г. составила: меди 37,6 %, свинца 66,7 %, цинка 86,4 %, никеля 25 %. В 1991—1995 гг. прирост запасов компенсировал добычу железных руд всего на 78,7 %, бокситов — 84 %. В 1994—1995 гг. не получен прирост запасов молибдена. Остается нерешенной проблема дефицитных в России видов минерального сырья: в течение ряда лет отсутствуют крупные открытия по марганцу, хрому, урану.

За последние пять лет объемы централизованного финансирования работ на *подземные воды* сократились в 24 раза; удельный вес нецентрализованного финансирования значительно вырос и составил в 1995 г. 81,4 % общего объема работ. В 1995 г. получен прирост запасов пресных подземных вод всего 100 тыс.м³/сут., что в 25 раз меньше, чем в 1991 г. и составляет 2,4 % общего объема прироста за 1991—1995 гг. В 1991—1995 гг. разведано 20 месторождений минеральных вод с общими запасами 14 тыс.м³/сут., создана сырьевая база промышленных подземных вод, что позволяет увеличить производство йода до 600—800 т в год.

В 1991—1995 гг. финансирование *научно-исследовательских работ*, выполняемых для федеральных нужд, осуществлялось в объемах, составляющих 4—6 % общих ассигнований по Роскомнедра. В 1995 г. по сравнению с 1991 г. объем финансирования НИОКР по заказам Роскомнедра сократился почти в 2 раза. Сохранение научными организациями значительного объема приоритетных исследований при резком сокращении финансирования было достигнуто в основном за счет пересмотра структуры НИОКР, использования ранее накопленного фактического материала и созданного фундаментального научного задела.

Помимо научных организаций Роскомнедра, исследования по заказам Комитета выполняют 18 НИИ Российской Академии наук, научно-исследовательские подразделения Московского, Санкт-Петербургского, Саратовского, Новосибирского госуниверситетов, Государственной академии нефти и газа, Московской государственной геологоразведочной академии, ряда других научных организаций и учебных заведений. За счет централизованных средств на воспроизводство минерально-сырьевой базы исследования выполняют также научные организации Минтопэнерго России, Роскомметаллургии, Роскомдрагмета.

Сохранены на прежнем уровне исследования по прогнозу развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации, по проблемам использования нетрадиционных видов минерального сырья, гидрогеологическим, инженерно-геологическим, криологическим и геоэкологическим разработкам, по усовершенствованию методов и технологий геолого-поисковых работ. Усилены работы по геолого-экономической переоценке минерально-сырьевой базы и разработке методов геолого-экономической оценки месторождений на ранних стадиях их изучения, конъюнктуре мирового сырьевого рынка. Сохранены исследования по разработке компьютеризированных аппаратурно-методических комплексов обработки геологической информации и ее интерпретации.

В результате созданы геологические, металлогенические и геолого-картографические основы выявления природных ресурсов; построены карты нефтегазоносности м-ба 1:500 000 и их компьютерные варианты; карта оценки стоимости недр м-ба 1:5 000 000; атлас геологических карт России м-ба 1:10 000 000; геоэкологическая карта России и сопредельных государств м-ба 1:2 500 000; карта платиноносности России м-ба 1:10 000 000 и др.

Завершен геолого-экономический анализ, оценены состояние и тенденции развития минерально-сырьевой базы основных видов полезных ископаемых с обоснованием главных направлений геологоразведочных работ; обоснованы перспективы промышленного использования нетрадиционных источников благородных металлов; подготовлены научное обоснование и программа геологического изучения и освоения недр континентального шельфа Российской Федерации. Подготовлены к изданию сборники требований к качеству важнейших видов минерального сырья.

В области научно-методического и технологического обеспечения геологоразведочных работ разработаны и внедрены комплексные компьютерные технологии дистанционных, геофизических, геохимических, геоэкологических, минералого-аналитических исследований.

Вместе с тем, исследования большого числа различных научных коллективов пока не связаны эффективной системой координации их деятельности. В частности, исследования, выполняемые за счет средств на воспроизводство минерально-сырьевой базы через Минтопэнерго России, Роскомметаллургии и Роскомдрагмет, со стороны Роскомнедра не координируются и не контролируются.

Объем финансового обеспечения геологоразведочных работ, выполненных в 1995 г., в денежном выражении составил 6479 млрд.руб. За счет нецентрализованных источников профинансировано 81 % против 70 % в 1994 г., в т.ч. за счет отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы, консолидированных в бюджетах субъектов Федерации — 12,2 % (в 1994 г. 5,9 %), оставленных добывающими предприятиями — 43,8 % (42,7 %), средств отечественных и зарубежных инвесторов — 11,5 % (10,2 %), собственных средств предприятий и других источников — 13,5 % (11,4 %).

Фактическое финансирование геологоразведочных работ из федерального бюджета по сравнению с предусмотренным федеральным бюджетом на 1995 г. составило 72 %. По состоянию на 01.01.96 объем непрофинансированных работ за счет средств федерального бюджета оценивается в 470,6 млрд.руб., что связано с недостаточным выделением средств из федерального бюджета в ноябре и практической остановкой финансирования в декабре 1995 г.

Расчетный объем отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы на 1995 г. был определен в сумме 5089 млрд.руб. Фактически начислено добывающими предприятиями 6832 млрд.руб., из которых им оставлено 3632 млрд.руб.; лишь 1048 млрд.руб. поступило в федеральный бюджет, 200 млрд.руб. погашено предприятиями Роскомнедра казначейскими налоговыми освобождениями, а 2599 млрд.руб. на основании постановления Правительства Российской Федерации от 30.12.94 № 1467 были направлены на погашение задолженности федерального бюджета по товарным поставкам для государственных нужд.

Ситуация в финансировании геологоразведочных работ резко обострилась в ноябре и декабре 1995 г., когда было выделено соответственно 30 и 2,3 % централизованных средств установленного лимита. Аналогичная ситуация сохраняется и в 1996 г.: уровень централизованного финансирования в январе составил 4,2 %, а в феврале — 33 % от предусмотренного бюджетом. В связи с этим за 4 месяца практически нарушен с трудом достигнутый баланс по источникам финансирования, производственным мощностям и численности работающих. Геологоразведочное производство в очередной раз, несмотря на предпринимаемые Роскомнедра усилия по его стабилизации, ввергнуто в кризисное состояние.

В 1996 г. 76,1 % отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы будут оставлены непосредственно в бюджетах субъектов Российской Федерации и добывающих предприятий. Централизуемая часть отчислений прежде всего будет направлена на геологические исследования и геологоразведочные работы общегосударственного значения: региональные геолого-геофизические, гидрогеологические и геоэкологические работы, мониторинг геологической среды, специальные работы, работы на шельфе и в Мировом океане, поисковые работы на перспективных малоизученных площадях, НИОКР и управление фондом недр.

Предусматривается преобладающую часть средств — 68,9 % направить на финансирование геологоразведочных работ по энергетическим видам сырья, из них 64,3 % на нефть и газ, 4,1 % на твердое топливо и 0,5 % на уран; приоритетными являются также благородные металлы, алмазы, уран, хромиты.

Уровень централизованного финансирования, предусмотренный в федеральном бюджете на геологоразведочные работы в 1996 г., в сопоставимых ценах на 9 % ниже уровня финансирования 1995 г., что перемещает центр тяжести финансового обеспечения геологоразведочных работ непосредственно на субъекты Российской Федерации и добывающие предприятия.

Создается единая система информационного обеспечения недропользования на основе накопленных информационных ресурсов, современных средств информационно-вычислительной техники и телекоммуникаций.

Передана в опытную эксплуатацию 49 организациям Роскомнедра автоматизированная система обработки и учета документов по лицензированию недропользования и результатов деятельности государственного геологического контроля. Созданы 11 региональных и 6 специализированных информационно-компьютерных центров в составе Единой информационной системы недропользования.

Помимо электронных средств информационного обеспечения издаются научно-технические журналы, бюллетени, другие справочные, информационно-аналитические и обобщающие материалы. Коллегией Роскомнедра определены меры по совершенствованию системы информационно-издательской деятельности.

В 1995 г. Роскомнедра совместно с другими министерствами и ведомствами впервые подготовил и представил в исполнительные и законодательные органы власти аналитический государственный доклад «О состоянии минерально-сырьевой базы Российской Федерации» в качестве основополагающего документа для принятия решений по развитию минерально-сырьевого сектора экономики страны.

Роскомнедра принимал участие в международных и общероссийских научно-технических конференциях, выставках и других мероприятиях.

Система информационного обеспечения недропользования нуждается в дальнейшем совершенствовании. Работы по сбору и хранению геологической информации путем использования современных технических средств необходимо сопровождать работами по созданию многоцелевых и специализированных справочных и информационно-аналитических систем с обеспечением оперативной актуализации баз данных.

Коллегией Роскомнедра определены меры по совершенствованию системы издательско-информационной деятельности, усилению инвестиционной направленности публикуемых материалов, обеспечению издания обобщающих справочно-аналитических материалов, сопровождаемых их электронными версиями. Активизированы работы по подготовке материалов к XXX сессии Международного геологического конгресса и составлении очередного Государственного доклада о состоянии минерально-сырьевой базы России.

В сфере *нормативно-правового обеспечения управления фондом недр* с участием Роскомнедра подготовлены и приняты федеральные законы «О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации «О недрах», «О континентальном шельфе Российской Федерации», «О соглашениях о разделе продукции», «О ставках отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы», а также подготовлены проекты федеральных законов «Об участках недр федерального значения», «О порядке лицензирования пользования недрами». Правительством Российской Федерации в 1995 г. приняты постановления о лицензировании видов деятельности в области геологического изучения и использования недр, об органах государственного геологического контроля, о вознаграждениях за выявление месторождений. Разработаны необходимые нормативные документы.

В 1991—1995 гг. практически завершено создание единой системы государственного управления недропользованием, основанной на принципах лицензирования и платности. Недропользователям выдано 10 576 лицензий на добычу основных видов полезных ископаемых и 8345 лицензий на добычу общераспространенных полезных ископаемых и подземных вод.

В связи с реформой горных отношений радикально изменились цели, задачи и функции государственного геологического контроля. Наряду с традиционными задачами одной из важнейших стала задача контроля за выполнением недропользователями условий лицензирования и соглашений, особенно в части платежей за право пользования недрами. Однако пока еще имеются случаи безлицензионного недропользования в республиках Башкортостан, Удмуртия, Калмыкия, Северная Осетия, в Краснодарском крае, Самарской, Кемеровской, Пермской, Волгоградской областях и центральных районах России.

Меры по устранению подобных случаев были дважды в 1995 г. рассмотрены на заседаниях Коллегии Роскомнедра (14.07.95 и 10.11.95).

Хотя в целом число случаев безлицензионного пользования недрами и других нарушений имеет тенденцию к снижению, в 1995 г. было выявлено 2432 нарушения законодательства о недрах (на 28 % меньше, чем в 1994 г.), неплатежей на сумму 947,1 млрд.руб. и 88,7 млрд.руб. нерациональных затрат. По результатам проверок сделаны представления об аннулировании или переоформлении 225 лицензий.

Основными направлениями *внешнеэкономической деятельности и международного сотрудничества* Комитета и геологических предприятий и организаций в 1991—1995 гг. были: привлечение иностранных инвестиций в разведку и разработку минеральных ресурсов России, сотрудничество с зарубежными организациями в рамках межправительственных и ведомственных соглашений, развитие непосредственных научных и производственных связей российских предприятий и организаций с зарубежными фирмами и организациями, а также контактов Роскомнедра с международными организациями.

В 1992—1995 гг. подготовлены и проведены 23 международных конкурса на право недропользования. Объем иностранных инвестиций в рамках созданных СП и совместных контрактов с иностранными инвесторами составил в 1995 г. 37 млн. долл., а за весь период их деятельности — около 480 млн. долл.

На основе производственной кооперации иностранные инвесторы участвуют также в работах по ряду полезных ископаемых с общим объемом инвестиций в 1995 г. 4,3 млн. долл. Геологические предприятия России активизировали работы на контрактной основе или путем создания СП в ряде зарубежных стран: Алжире, Марокко, Гвинее, Зимбабве, Вьетнаме, Уганде, Монголии.

Осуществляется научно-техническое сотрудничество в рамках соглашений, меморандумов и международных проектов. Объем иностранных инвестиций по этим работам составил в 1994—1995 гг. 2,2 млн. долл., в т.ч. в 1995 г. — 1,2 млн. долл. Роскомнедра подписаны соглашения о сотрудничестве с геологическими службами КНР, Монголии, Болгарии, Венесуэлы, Венгрии, США, Великобритании, Нидерландов, ФРГ, Индии, а также с компанией «Эксон». Находятся в стадии подготовки соглашения с Зимбабве, Мадагаскаром, ЮАР.

В 1995 г. в основном завершено формирование территориальных органов управления фондом недр.

За 1992—1995 гг. заключено 22 договора и соглашения о разграничении полномочий в области недропользования, о финансировании геологоразведочных работ и по другим вопросам между Роскомнедра, его территориальными подразделениями и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации (Республики Коми, Саха (Якутия), Башкортостан, Хакасия, Удмуртия, Пермская, Свердловская, Челябинская области и др.).

За счет средств, выделенных на текущее финансирование в объеме 4,172 млрд.руб., выполнены работы, порученные Роскомнедра «Федеральной целевой программой по восстановлению экономики и социальной сферы Чеченской Республики». Роскомнедра принимал активное участие в работе региональных ассоциаций. Особое внимание уделено

работе Ассоциации экономического взаимодействия областей и республик Уральского региона и ассоциации «Сибирское соглашение» с учетом определяющей роли минерально-сырьевого комплекса в экономике этих регионов.

Весь комплекс проводимых мероприятий и договоренностей позволил достичь определенного баланса интересов между федеральным и местным уровнями в вопросах изучения и освоения недр.

В результате *структурной перестройки и диверсификации геологоразведочного производства* сформировались основные контуры организационной структуры геологической службы России:

блок органов управления государственным фондом недр в составе Роскомнедра и его территориальных подразделений, осуществляющих функции государственного управления и регулирования системы недропользования на уровне Российской Федерации и субъектов Федерации;

блок государственных унитарных, казенных предприятий и научно-исследовательских организаций для выполнения государственных заказов (федеральных и территориальных) по геологическому изучению недр, не подлежащих приватизации;

блок самостоятельно хозяйствующих субъектов — предприятий различных организационно-правовых форм, выполняющих заказы по геологическому изучению недр предприятий-недропользователей, администраций территорий и т.д.

Первые два блока представляют собой основу будущей государственной геологической службы, которая должна быть закреплена соответствующим законодательным актом Российской Федерации.

Предложения по реформированию сети научных организаций Роскомнедра в конце 1995 г. были рассмотрены и одобрены Министерством науки и технической политики РФ.

Изменения в структуре геологической службы в порядке финансирования геологоразведочных работ и внедрение в практическую жизнь факторов рыночной экономики создали условия для организации и развития работ по добыче и реализации минерального сырья геологическими предприятиями.

В 1991-1995 гг. геологическими и образованными на их основе геологодобычными предприятиями добыто 10 384 тыс.т нефти, около 5,8 т золота и 1,5 т платины.

Социальная сфера, безопасность работ. В 1995 г. за счет различных источников финансирования введено 70,3 тыс.м² общей жилой площади, что на 10,7 % больше, чем в 1994 г., но в 3,6 раза меньше уровня 1991 г. В 1991—1995 гг. из общего фонда, числящегося на балансе геологических предприятий, местным органам власти передано 3,9 млн.м² общей жилой площади и объектов социальной сферы (72,2 % количества по состоянию на 01.01.91), на балансе геологических предприятий пока остается 2,2 млн.м² жилья.

Роскомнедра и ЦК профсоюза совместно с Министерством труда Российской Федерации заключило отраслевое тарифное соглашение на 1995—1996 гг.

Среднемесячная заработная плата на предприятиях Роскомнедра в 1995 г. составила 601 тыс.руб. (без учета выплат полевого довольствия). В ноябре 1995 г. в производственных предприятиях заработная плата составила 727 тыс.руб., что значительно ниже по сравнению со смежными отраслями: газовой — в 3,5 раза, нефтяной, угольной, металлургической — более чем в 2 раза. По предприятиям Роскомнедра на 01.01.96 просроченная задолженность по заработной плате составляла около 80 млрд.руб.

Значительное сокращение численности геологической службы страны произошло в 1991-1994 гг. (общая численность в 1991 г. — около 365 тыс. чел., в 1994 — 242 тыс. чел.). В 1995 г. численность по сравнению с 1994 г. практически стабилизировалась. В геологических организациях, находящихся в ведении Роскомнедра, численность составляет 110,3 тыс. чел., в подразделениях добывающего комплекса численность занятых на геологоразведочных работах составляет 129 тыс.чел. Сокращение численности работников геологических организаций в 1994-1995 гг. значительно замедлилось, а в научно-исследовательских организациях практически стабилизировалась.

Реализована целевая комплексная научно-техническая программа по охране труда на геологоразведочных работах до 1995 г. включительно и разработана новая программа «Охрана труда на геологоразведочных работах на 1996—2000 годы».

В целом в 1995 г. в геологических предприятиях снизилось число несчастных случаев: всего зарегистрировано 390 случаев травматизма, в т.ч. 19 с летальным исходом. По сравнению с 1994 г. это меньше соответственно на 13 и 51,3 %.

В постановлении Коллегии отмечено, что главная задача 1995 г., определенная постановлением Коллегии Роскомнедра «Об основных итогах геологоразведочных работ в 1994 году и задачах на 1995 год» по стабилизации положения в отрасли в основном решена:

стабилизированы основные показатели геологоразведочного производства, а по некоторым показателям наблюдается рост по сравнению с 1994 г.;

созданы предпосылки для приближения результатов геологоразведочных работ к показателям Федеральной программы развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации на 1994—2000 гг.;

важным достижением 1995 г. является полный переход геологоразведочного производства на самофинансирование за счет внедрения механизма отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы, привлечения средств бюджетов субъектов Федерации, отечественных и зарубежных инвесторов и других небюджетных источников.

Вместе с тем положение во многих геологических предприятиях не улучшилось и значительно осложнилось в конце 1995 г. в связи с прекращением финансирования государственных заказов.

В качестве главных задач на 1996 г. определено следующее:

обеспечение установленных приростов запасов топливно-энергетических видов сырья, золота, алмазов и других видов полезных ископаемых;

поиск и оценка дефицитных видов полезных ископаемых;

увеличение объемов региональных геолого-геофизических работ с целью подготовки информационной базы для выявления новых перспективных районов и площадей;

продолжение с целью закрепления приоритета России в изучении минеральных ресурсов Мирового океана, морских исследований на железо-марганцевые конкреции, кобальто-марганцевые корки и полиметаллические сульфиды в Мировом океане, определения внешней границы континентального шельфа в Северном Ледовитом океане и геолого-геофизических исследований в составах 41- и 42-й Российских Антарктических экспедиций с созданием необходимых аппаратурно-технических комплексов, программного и информационного обеспечения;

продолжение структурной перестройки геологоразведочного производства;

дальнейший переход на нецентрализованные источники финансирования геологоразведочных работ;

ужесточение контроля за целевым использованием финансовых средств, оставляемых в бюджетах субъектов Федерации и у добывающих предприятий на воспроизводство минерально-сырьевой базы.

Коллегия утвердила структуру затрат по видам работ и полезным ископаемым на 1996 г. для федеральных нужд и поручила соответствующим подразделениям Роскомнедра разработать и представить на утверждение комплекс мер по реализации намеченных на 1996 г. задач.

Ряду управлений Комитета даны конкретные поручения по соответствующим направлениям деятельности. В частности, Управлению науки поручено:

разработать в I полугодии 1996 г. меры, обеспечивающие участие научных организаций в картографических и геологосъемочных работах, в разработке генеральных проектов по реализации основных направлений геологоразведочных работ на федеральном и территориальном уровнях с авторским сопровождением, участие сертифицированных аналитических и технологических подразделений в геологоразведочном процессе;

обеспечить, начиная с 1996 г., координацию и контроль научных исследований, выполняемых Минтопэнерго России, Роскомметаллургией и Роскомдрагметом за счет централизованных средств.

совместно с Управлением координации и развития геологоразведочного производства продолжить в 1996 г. структурные преобразования геологической службы, в т.ч. путем создания производственных и научно-производственных центров на базе территориальных НИИ.

Постановлением Коллегии предусмотрены подготовка проекта федерального Закона «О геологической службе» и предложений к проектам законов Российской Федерации «Об исключительной экономической зоне» и «О территориальном море».

Информационно-аналитическому отделу поручено:

разработать, согласовать с руководством Роскомнедра и реализовать в 1996 г. меры по совершенствованию издательско-информационной деятельности Роскомнедра;

осуществить методическое руководство и обеспечить контроль над работами по качественной и своевременной подготовке материалов Роскомнедра к XXX сессии Международного геологического конгресса.

На Управление региональной политики и Управление координации и развития геологоразведочного производства возложена подготовка проектов:

Постановления Правительства Российской Федерации об организационном построении геологической службы Российской Федерации;

положения об органах управления государственным фондом недр;

структуры государственных унитарных и казенных предприятий для выполнения государственных заказов.

Коллегия поручила территориальным органам управления фондом недр:

обеспечить тесное взаимодействие с налоговыми органами по организации своевременного сбора и целевого использования отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы на финансирование геологоразведочных работ;

установить систематический контроль за целевым использованием отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы, выделяемых предприятиям, производящим геологоразведочные работы из бюджетов всех уровней;

при размещении заказов на проведение геологоразведочных работ устанавливать пре-

дельный уровень финансирования социальной сферы и обеспечить контроль за отнесением фактических затрат по содержанию социальной сферы на счет бюджетов всех уровней пропорционально их доле в общем объеме работ, выполняемых за счет средств различных источников. Фактические затраты по содержанию социальной сферы принимать к активированию только в составе конкретного вида выполненных геологоразведочных работ (геологосъемочные, геофизические и буровые работы, мониторинг и т.п.)

продолжить работу по передаче объектов социальной сферы в муниципальную собственность;

принимать выполнение геологоразведочных работ за счет централизованного финансирования строго в объемах и направлениях установленного лимита финансирования, а объемы геологоразведочных работ — исключительно в пределах утвержденных программ развития минерально-сырьевой базы годовых заданий;

осуществлять строгий контроль за соблюдением сроков представления статистической отчетности геологическими предприятиями.

Издательско-информационная деятельность Роскомнедра

Состояние и задачи издательско-информационной деятельности Роскомнедра были рассмотрены на заседании Коллегии 24 января 1996 г. Эта деятельность осуществляется по следующим основным направлениям:

издание научно-технических журналов, монографий, обзоров, нормативно-методической литературы и другой печатной продукции;

подготовка и издание сводных аналитических и других официальных материалов Роскомнедра;

подготовка и издание малотиражных, демонстрационных и рекламно-маркетинговых материалов;

информационно-издательское обеспечение выставок, конференций, симпозиумов, семинаров и других мероприятий, проводимых Роскомнедра;

обеспечение руководства Роскомнедра текущей информацией по публикациям в средствах массовой информации;

подготовка аудио- и видеоматериалов о деятельности геологической службы России, организация радио- и телепередач по геологической тематике, осуществление связи со средствами массовой информации.

Роскомнедра является учредителем четырех научно-технических журналов и Бюллетеня «Экономические и правовые вопросы недропользования в России».

По заказам Роскомнедра регулярно издаются информационные сборники, аналитические обзоры, выпуски экспресс-информации, а также монографические работы и научно-технические сборники по актуальным проблемам минерально-сырьевой базы и недропользования.

В 1995 г. Роскомнедра с участием других министерств и ведомств впервые подготовил и издал важнейший сводный информационно-аналитический материал — Государственный доклад «О состоянии минерально-сырьевой базы России».

Общий объем книжно-журнальной продукции, изданной по прямым заказам Роскомнедра в 1995 г., составил около 2200 учетно-издательских листов.

Кроме этого, в рамках завершающих циклов научно-исследовательских и картосоставительских работ большой объем печатной продукции выпускает картографическая фабрика ВСЕГЕИ.

Объемы финансирования издательско-информационных работ, технологически не связанных с созданием другой научно-технической продукции и осуществлением геологоразведочных работ, в 1995 г. составили 4423,8 млн. руб.

В 1993—1995 гг. Роскомнедра организовал и провел 104 конференции, симпозиумов и семинаров (в 1995 г. — 34) по всем важнейшим направлениям реформирования геологической службы России, воспроизводства минерально-сырьевой базы и проведения геологических исследований.

В 1994—1995 гг. Роскомнедра организовал и провел крупные международные мероприятия: VII Международный симпозиум по платине (совместно с РАН, Москва); выставку и симпозиум «Минеральные ресурсы России» (Санкт-Петербург); выставку «Геологоразведка-95» (Москва); принимал участие в работе международной выставки «Геотехника-95» (Германия, Кёльн).

Заметно активизирована и качественно изменена работа по связи со средствами массовой информации: периодически проводятся пресс-конференции для представителей централь-

ных СМИ, организуются выступления работников геологической службы по радио и телевидению; в центральных газетах публикуются материалы по проблемам геологической службы и минерально-сырьевой базы России, ведутся работы по созданию видеофильмов.

Роскомнедра в основном отказался от редакционно-издательских услуг сторонних организаций и осуществляет редакционно-издательскую деятельность через предприятия государственной геологической службы. Это позволяет значительно ускорить подготовку и издание печатной продукции, повысить ее качество, уменьшить затраты на издательскую деятельность.

Однако издательско-информационная деятельность Роскомнедра нуждается в дальнейшем совершенствовании.

Не в полной мере упорядочены подготовка и издание информационных материалов (в частности, монографических работ, методической и другой литературы). Не практикуется составление ежегодных и перспективных планов (программ) издательской работы, не сформирован редакционно-издательский совет. Координация работ по издательско-информационной деятельности не сконцентрирована в конкретном подразделении Роскомнедра.

Из-за неполной оснащенности типографской базы оборудованием пока не удалось создать полностью замкнутый цикл издательских работ, отвечающих современным требованиям к печатной продукции. Это приводит к дополнительным затратам при выполнении части технологического цикла издательских работ сторонними организациями. Выпуск ВНИИ-геосистем малотиражной оперативной рекламно-маркетинговой продукции не обеспечен резервным оборудованием, необходимым при профилактике и ремонте имеющихся единичных устройств и приборов. Нуждаются в оснащении современными компьютерными типографскими комплексами картографическая фабрика ВСЕГЕИ, АО «Геоинформмарк», Государственное картографо-геодезическое предприятие «Поликарт».

С целью сокращения затрат на техническое переоснащение издательских мощностей необходимо уточнить специализацию предприятий по выпуску определенных видов печатной продукции с учетом их современной технической, технологической и кадровой обеспеченности.

Необходимо оптимизировать объемы и периодичность выпускаемых журналов, обновить составы редколлегий, усовершенствовать порядок распространения издаваемых информационных материалов.

С учетом дифференцированных информационных потребностей государственной геологической службы и рыночных структур нуждается в реформировании унаследованная система издания информационных сборников и аналитических обзоров.

Необходимо сократить число проводимых выставок, конференций, симпозиумов и других мероприятий с одновременным усилением их роли в режиме и маркетинге продукции геологической службы, в привлечении инвестиций на развитие и освоение минерально-сырьевой базы. При организации и проведении этих мероприятий следует шире привлекать средства заинтересованных коммерческих структур.

Всю работу по связи со средствами массовой информации необходимо направить на формирование положительного общественного мнения о роли минерально-сырьевой базы и геологической службы в экономике страны как в настоящее время, так и в перспективе. Следует организовать систематическое изучение воздействия публикаций в печати, радио- и телепередач по геологической тематике на общественные круги, коммерческие и другие структуры.

С целью упорядочения подготовки и издания информационных материалов Коллегией намечена реализация комплекса мероприятий. В их числе подготовка плана (программы) изданий, финансируемых Роскомнедра централизованно; разработка предложений по реформированию системы издания и распространения печатной продукции — информационных сборников и аналитических обзоров, а также по обеспечению специализации предприятия государственной геологической службы по конкретным видам печатной продукции и созданию замкнутого технологического цикла типографских мощностей с минимальными затратами на переоснащение их необходимым оборудованием.

Признано целесообразным создание редакционно-издательского совета Роскомнедра под руководством Председателя Комитета.

Главным редакторам журналов «Отечественная геология» (А.И.Кривцову), «Геология нефти и газа» (Ф.К.Салманову), «Разведка и охрана недр» (В.М.Толкачеву) рекомендовано в месячный срок обновить составы редколлегий; реализовать меры по поэтапному сокращению числа выпусков журналов до 4—6 номеров в год, а также по улучшению качества оформления журналов.

Намечены меры по упорядочению планирования и проведения конференций, совещаний, симпозиумов и семинаров в 1996 г. с учетом необходимости существенного сокращения их числа, повышения эффективности и целенаправленности.

Координация работ по всем направлениям информационно-издательской деятельности Роскомнедра возложена Коллегией на Информационно-аналитический отдел.

Публикуемые материалы Коллегии подготовили к печати Л.В.Оганесян и А.И.Кривцов.

Стратегия и принципы прогнозирования высокопродуктивных комплексных редкометалльных месторождений

В.С.КУДРИН, В.В.АРХАНГЕЛЬСКАЯ, С.А.ПОСТНИКОВ, Е.М.ЭПШТЕЙН (ВИМС)

Несмотря на ведущее место России в учтенных мировых запасах многих редких металлов, в качественном отношении их отечественная минерально-сырьевая база резко уступает зарубежным, т.к. российские месторождения, часто большие и даже уникальные по масштабам, в целом характеризуются низкими до средних содержаниями рудных компонентов (рис. 1), сложными технологическими схемами переработки руд и невысоким качеством получаемых концентратов.

В наибольшей мере это относится к уже освоенным месторождениям, отработка которых оказалась нерентабельной или низкорентабельной в условиях мирового рынка. Исключение представляют недавно оцененные, но не учтенные Госблансом запасы месторождения: Томторское с уникально высокими содержаниями ниобия и высокими редких земель и Большетатагинское с высокими содержаниями ниобия. Но Томторское месторождение, как, впрочем, и большинство российских редкометалльных месторождений,

расположено в труднодоступном, экономически не освоенном регионе.

Таким образом, при современных экономических условиях весьма остро встает проблема качественного совершенствования отечественной сырьевой базы редких металлов, многие из которых относятся к дефицитным и могли бы стать важной статьёй экспорта. Не менее остра и проблема размещения месторождений этих металлов: новые месторождения желательно иметь в экономически развитых регионах.

Ретроспективный взгляд на потенциальную редкометалльную рудоносность территории России с учетом уровня ее опосредованности позволяет положительно оценивать реальные возможности совершенствования минерально-сырьевой базы ее редких металлов и предложить стратегическую и тектоническую программы действий по данному направлению.

Подавляющее большинство эндогенных редкометалльных месторождений как у нас, так и за

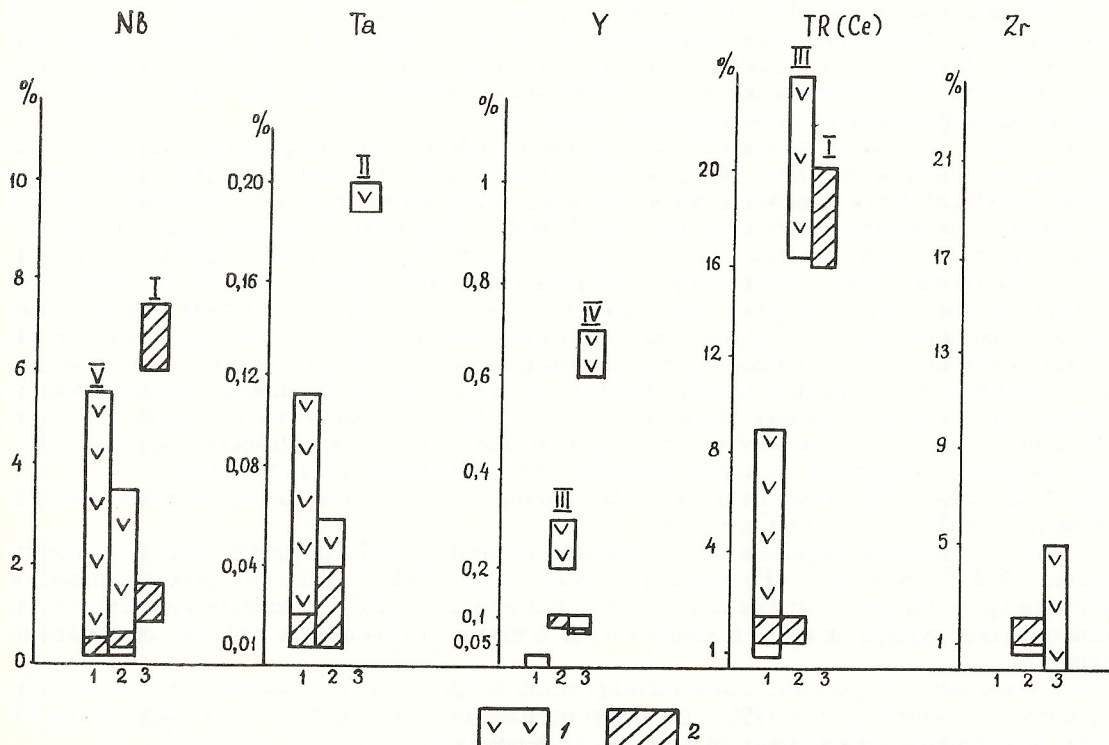


Рис. 1. Средние содержания полезных компонентов в рудах комплексных редкометалльных месторождений: месторождения: 1 — российские, 2 — зарубежные; 1 — эксплуатируемые, 2 — разведанные, 3 — оцениваемые; из них с уникально богатыми рудами: I — Томторское, Россия, II — Уоджина и Финнес-Ривер, Австралия, III — Маунт-Уэлд, Австралия, IV — Стрейндж-Лейк, Канада, V — Араша, Бразилия

рубежом, в качественном отношении (по содержанию полезных компонентов, вскрываемости рудных минералов при дроблении руд и др.) не удовлетворяет требованиям современной экономики. За рубежом сейчас эксплуатируются преимущественно экзогенные месторождения в мезозойско-кайнозойских корах выветривания эндогенных редкометалльных руд и в россыпях перемыва таких кор. Руды этих месторождений отличаются от эндогенных более высокими содержаниями полезных компонентов (в корах, развитых на редкометалльных карбонатитах, нередко в 2—4 раза выше, чем в коренных рудах) и лучшей обогатимостью.

Основная причина качественного отставания минерально-сырьевой базы редких металлов России от зарубежной — резкое преобладание в ней эндогенных месторождений. Это является следствием географо-климатических особенностей нашей страны, неблагоприятных для кайнозойского корообразования. Но на ее территории образование кор выветривания и россыпей их ближнего сноса имело широкое развитие в мезозое, среднем и позднем палеозое и в рифее, продукты его сохранились во многих регионах. Именно на выявление таких — древних кор и россыпей, развитых на коренных редкометалльных, в настоящее время погребенных месторождениях, следует делать ставку при совершенствовании отечественной минерально-сырьевой базы редких металлов. Кстати, руды Томторского месторождения, одного из самых богатых в мире по содержанию редких земель и ниобия, относятся именно к этому экзогенному типу.

На территории России к настоящему времени выделено множество провинций редкометалльных месторождений различных формационных типов. Некоторые из этих провинций на площадях, перекрытых более молодыми отложениями, полностью не оконтурены. Кроме того, по геологическим и металлогеническим данным имеются реальные предпосылки обнаружения на территории России новых редкометалльных провинций.

Достоверность опознания известных провинций в отношении обнаружения близповерхностных редкометалльных месторождений, несмотря на весьма ограниченное проведение в прошлом специализированных поисков масштабов 1:50 000 и 1:200 000 (с применением геофизических, в первую очередь, радиометрических и магнитных, геохимических, шлиховых и прочих методов) достаточно высока и не дает оснований рассчитывать на новые серьезные открытия на изученных территориях. В их пределах можно ожидать лишь обнаружения слепых месторождений. Причем относительно глубоко залегающие месторождения (погребенные на глубине 1—1,5 км) в случае их обнаружения тоже могут представлять практический интерес, поскольку современные технические возможности допускают рентабельную отработку таких месторождений с применением высокоэффективных методов скважинной гидродобычи и подземного выщелачивания.

Таким образом, стратегия совершенствования минерально-сырьевой базы редких металлов России должна быть в основном нацелена на прогнозирование и выявление месторождений, во-первых, расположенных по возможности в экономически освоенных регионах и, во-вторых, связанных с древними захороненными кора́ми выветривания эндогенных руд, а также с продук-

тами перемыва этих кор и находящихся на глубинах, доступных для современных экономических выгодных методов их отработки.

Примеры подобных экзогенных редкометалльных объектов в России известны — это Татарское, Томторское, Белозиминское, Зашихинское месторождения и др. Они показывают наиболее высокую расчетную рентабельность отработки, несмотря на сложные географо-экономические условия их нахождения.

Поскольку одним из звеньев технологической цепи выявления подобных рудных объектов являются прогнозирование и поиски материнских для них эндогенных редкометалльных месторождений, не исключена возможность нахождения среди последних объектов с рудами весьма высокого качества, в т.ч. крупных и уникальных месторождений.

Основные принципы и технологическая схема прогнозирования высокопродуктивных комплексных редкометалльных месторождений определяются указанной стратегической целью и состоят из параллельно-последовательного решения задач, вытекающих из анализа прогнозных факторов двух рядов — эндогенного и экзогенного.

В ряду эндогенных эти задачи включают следующие виды исследований:

- прослеживание известных провинций эндогенных редкометалльных месторождений на сопредельные «закрытые» территории на основе региональных геологических (структурно-тектонических, геофизических, вещественно-формационных и др.) факторов;

- выделение на этой же основе новых потенциально редкометалльных провинций;

- выделение в пределах таким образом оконтуренных площадей зон, участков, структур наиболее вероятной локализации рудных районов и месторождений по косвенным и прямым геологическим признакам.

В ряду экзогенных факторов к этим задачам относятся следующие:

- оконтуривание ареалов развития кор выветривания различных эпох корообразования, проявленных на территориях редкометалльных провинций;

- выделение в этих ареалах площадей, где коры сохранились под более молодыми отложениями и на глубинах, доступных для экономически рентабельной отработки возможных рудных объектов.

Решение дальнейших задач требует уже совместного анализа экзогенных и эндогенных факторов, а именно:

- совмещения выделенных площадей развития кор выветривания с участками, обладающими геологическими предпосылками на нахождение под этими кора́ми эндогенных редкометалльных месторождений;

- сужения выделенных таким образом перспективных площадей на основе анализа районных и локальных факторов редкометалльного рудообразования по имеющимся геолого-геофизическим материалам, по проявленности прямых и косвенных признаков оруденения с учетом данных ранее проведенных работ.

Очевидно, что выделение новых потенциально рудоносных регионов и оконтуривание в их пределах локальных рудоперспективных площадей должны базироваться на всемерном использова-

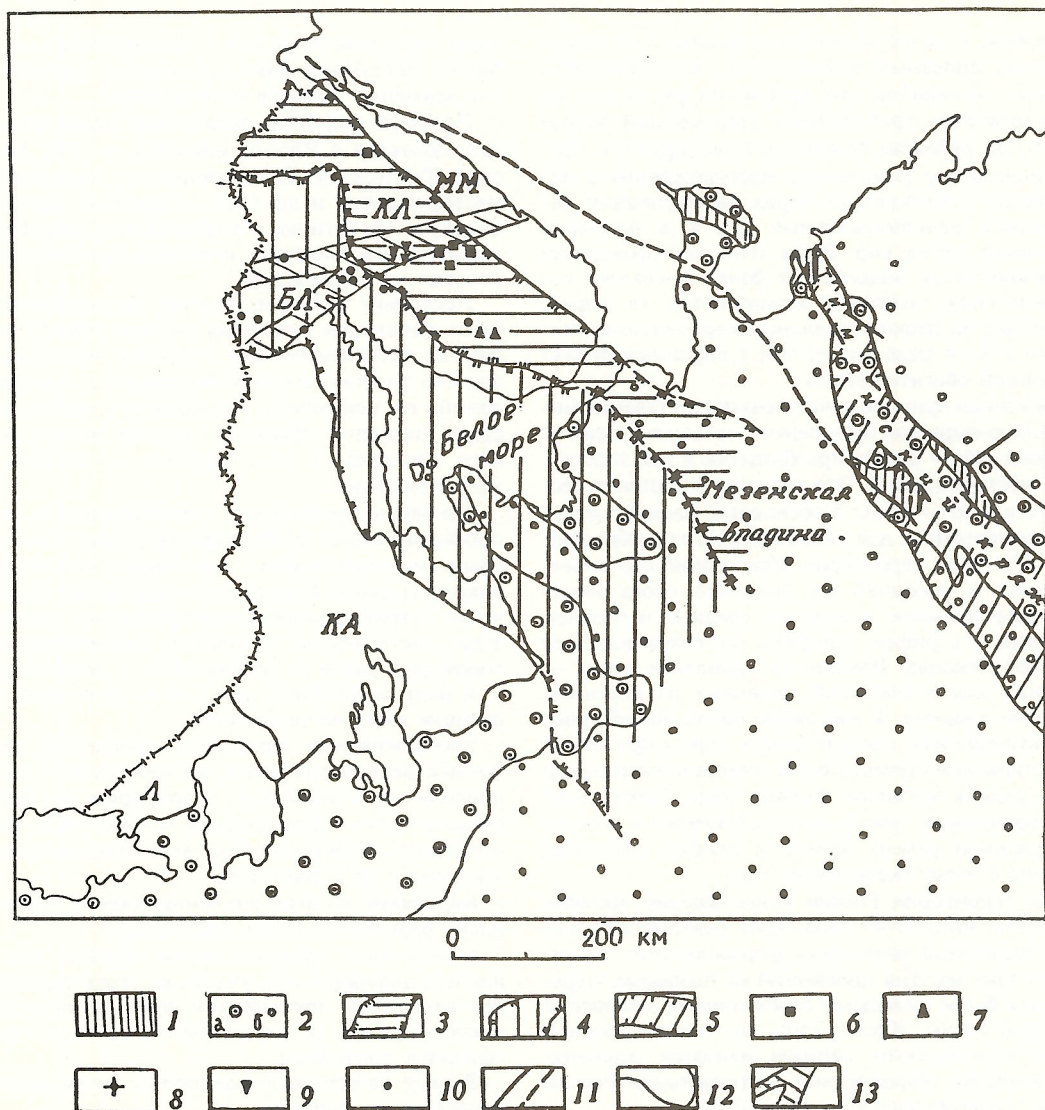


Рис. 2. Редкометалльные провинции севера европейской части России:

1 — блоки рифея в Тиманском кряже и на п-ове Канин; 2 — отложения чехла Восточно-Европейской платформы мощностью менее (а) и более (б) 1 км; редкометалльные провинции: 3 — Кольская, 4 — Беломорская, 5 — Тиманская; редкометалльные месторождения и рудопроявления: 6 — раннепротерозойские в массивах щелочных гранитов и связанных с ними щелочных метасоматитах и силекситах, 7 — раннепротерозойские в гранитных пегматитах, 8 — рифейские в приразломных щелочных метасоматитах (альбититах) и в массивах УИК; 9 — средне-позднепалеозойские в массивах агапитовых нефелиновых сиенитов, 10 — средне-позднепалеозойские в массивах ультрамафитов, ийолитов и карбонатитов; 11 — главные разломы; 12 — геологические границы; 13 — средне-позднепалеозойская рифтогенная система Кольского полуострова, по А.Д.Шеглову и др. [2]; главные структурные элементы архейского фундамента Балтийского щита (блоки): ММ — Мурманский, КЛ — Кольский, БЛ — Беломорский, КА — Карельский, Л — Ладожский

нии совокупности прогнозных критериев, основанных на геолого-генетических моделях хорошо изученных редкометалльных провинций, районов, рудных полей и месторождений. Такие модели для редкометалльных месторождений практически всех формационных типов в настоящее время созданы многими исследователями, в т.ч. и нами [1, 3, 4]. Модели же редкометалльных провинций и районов находятся еще в стадии разработки и нуждаются в постоянных дополнениях и уточнениях в ходе исследования конкретных объектов.

Естественно, что совершенствование минерально-сырьевой базы редких металлов России должно основываться на обнаружении редкометалльных

месторождений, в первую очередь, в экономически освоенных, сравнительно доступных регионах. Поэтому применение изложенных принципов на первом этапе их практического использования было осуществлено нами на примере севера европейской части России, включающего, как известно, Балтийский щит, Мезенскую впадину и Тиманский кряж, не столь отдаленного и в своей западной половине (Балтийский щит) относительно экономически развитого.

Мезенская впадина — это глубоко опущенная структура платформенного чехла. В центральной части впадины глубина залегания ее подошвы более 4 км. Редкометалльные месторождения здесь не известны, а месторождения, которые могут быть

обнаружены в фундаменте или в нижних горизонтах чехла при современных экономических условиях, будут нерентабельными для отработки. На Балтийском щите отложения платформенного чехла развиты спорадически — только по его периферии, где мощность их менее 1 км, а в Тиманском крае, хотя и наблюдаются на относительно больших площадях, но мощность их тоже менее 1 км. В обоих регионах известны отрабатываемые, разведанные или оцененные коренные редкометалльные месторождения и рудопроявления разных формационных и геолого-промышленных типов и разного возраста: средне-позднепалеозойские в гранитных пегматитах; нефелиновых сиенитах и карбонатитах ультраосновных щелочных массивов; раннепротерозойские в щелочных гранитах и связанных с ними щелочных метасоматитах (квальмитах) и силекситах; раннепротерозойские в гранитных пегматитах; рифейские в альбититах, а также в корях выветривания отдельных из них и в россыпях (рис. 2). Все эти объекты сосредоточены в пределах Кольской, Беломорской и Тиманской редкометалльных провинций, в свою очередь подразделенных на субпровинции по возрастному и формационному признакам их редкометалльных месторождений.

Провинции и субпровинции по простиранию на восток не оконтурены, скрываются под водами Белого моря и далее на восток — под отложениями чехла Восточно-Европейской платформы (западная периферия Мезенской впадины), где геологические структуры и магматические комплексы, контролирующее размещение редкометалльных месторождений, прослеживаются в фундаменте платформы по геологическим данным. Мощность платформенного чехла западной периферии впадины на достаточно больших площадях менее 1,5 км (см. рис. 2), т.е. обнаруженные там месторождения могут быть доступными для отработки.

На севере европейской части России проявлено несколько эпох корообразования в интервале времени от рифея до мезозоя-кайнозоя включительно. Главные из них — позднерифейская, позднедевонская, позднекаменноугольная, мезозойско-кайнозойская. Достаточно благоприятными здесь были и условия сохранности кор. Так, рифейская кора сравнительно широко развита на юго-восточных склонах Балтийского щита, где вскрыта многочисленными скважинами структурного бурения, девонская наблюдается на Среднем Тимане и в разрезах платформенного чехла Мезенской впадины и т.д. Поэтому те площади редкометалльных провинций, которые по геофизическим и прямым геологическим данным прослеживаются на территории, закрытой платформенным чехлом, несут реальные перспективы выявления редкометалльно рудоносных кор выветривания, разумеется, в случаях, когда под чехлом размещены эндогенные редкометалльные месторождения или хотя бы многочисленные редкометалльные рудопроявления небольших масштабов.

Охарактеризуем потенциальную перспективность редкометалльных провинций севера европейской части России. В их пределах, несмотря на относительную детальную изученность, можно выделить участки, перспективные на обнаружение новых высокопродуктивных месторождений, и ре-

комендовать их для постановки поисково-оценочных работ, а на продолжениях провинций на «закрытые» территории по геофизическим и прямым геологическим данным оконтурить площади для выявления таких месторождений не только в фундаменте платформы, но и в ее чехле.

Кольская редкометалльная провинция включает раннепротерозойскую субпровинцию, представленную месторождениями и рудопроявлениями в щелочных раннепротерозойских гранитах, их метасоматитах, силекситах и жильных производных, и средне-позднепалеозойскую субпровинцию месторождений в агпаитовых нефелиновых сиенитах и массивах ультраосновных щелочных пород с карбонатитами.

По современным представлениям [2], редкометалльно рудоносные щелочные граниты локализуются в Варзугском сегменте Печенга-Варзугской раннепротерозойской рифтовой системы северо-западного простирания на северном плече Имандра-Варзугского грабена (рис. 3). Известные здесь многочисленные проявления редкометалльного оруденения в телах щелочных гранитов, их жильных производных — щелочных пегматитов, в силекситах и щелочных метасоматитах (квальмитах) незначительны по масштабам и пока не представляют практического интереса. Однако в целом площадь их распространения недоисследована и недоизучена, особенно в отношении щелочно-квальмитового типа оруденения в контактовых частях массивов гранитов и в трещинных зонах, где можно выделить участки, перспективные на богатое коренное редкометалльное оруденение (в частности Лаврентьевский, по данным поисковых работ И.И.Киселева и др.).

Редкометалльно рудоносные щелочные граниты и связанные с ними породы развиты на площади в несколько сотен квадратных километров. На этой площади местами прослеживается достаточно мощная (десятки метров) кора выветривания (в Верхнепонойской депрессии и на других участках). Она нигде пока не изучена, но здесь можно ожидать промышленные содержания редкометалльных минералов, в среднем более высокие, нежели в коренных породах, о чем свидетельствуют анализы проб, отобранных И.И.Киселевым с коллегами из рыхлых пород Верхнепонойской площади (рис. 4).

Средне-верхнепалеозойские редкометалльно рудоносные породы провинции изучены сравнительно полно, включают ряд редкометалльных месторождений (в Ловозерском массиве агпаитовых нефелиновых сиенитов, Ковдорское в одноименном массиве ультрамафитов, ийолитов и карбонатитов (УИК) и др.), и ожидать в связи с ними на Кольском полуострове обнаружения новых месторождений маловероятно. На этих коренных породах известны коры выветривания, а также ложковые россыпи. Но они развиты на ограниченных площадях, детально изучены, представлены только крупноглыбовыми отложениями и не являются высокопродуктивными в отношении редкометалльного оруденения.

Структурная приуроченность средне-верхнепалеозойских редкометалльно рудоносных щелочных и агпаитовых нефелиновых сиенитов, карбонатитов и связанных с ними месторождений Кольского полуострова и всего Карело-Кольского региона трактуется по-разному.

А.Д.Щеглов с соавторами [2] относят их к

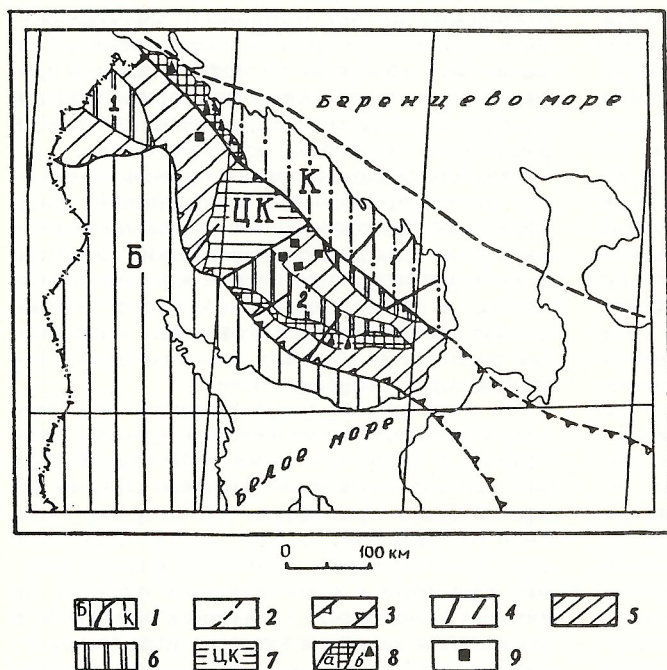


Рис. 3. Раннепротерозойская рифтогенная система Кольского полуострова, ее редкометалльные месторождения и рудопоявления, по А.Д.Щеглову и др. [2]:

1 — архейские мегаблоки Балтийского щита (К — Кольский, Б — Беломорский); 2 — северная граница щита; раннепротерозойская рифтогенная система: 3 — границы системы, 4 — главные поперечные разрывы в ней, 5 — горсты, 6 — грабеноподобные структуры (1 — Печенгская, 2 — Имандра-Варзугская), 7 — Центрально-Кольское поднятие, разделяющее Печенгский и Варзугский сегменты системы, 8 — районы распространения редкометалльных пегматитов (а) и редкометалльные месторождения пегматитового типа (б), 9 — главные редкометалльно-редкоземельные рудопоявления в щелочных гранитах и их производных

рифтогенным образованиям, сформировавшимся в связи с возникновением и развитием Хибино-Зимнебережной средне-позднепалеозойской рифтовой системы в составе северо-восточных Ковдор-Хибино-Ивановской и Турьинской, а

также Зимнебережной зон. С.А.Постников объединяет их в Беломорскую редкометалльную провинцию, приуроченную к одноименному блоку Карело-Кольской области досвекофенской складчатости (см. рис. 2).

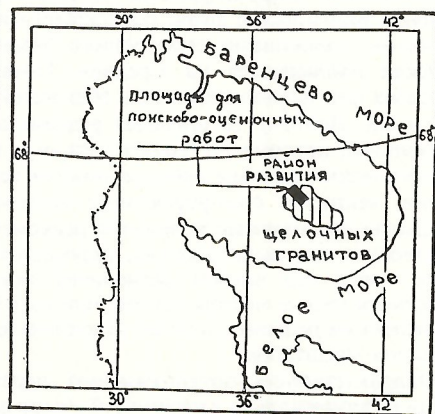
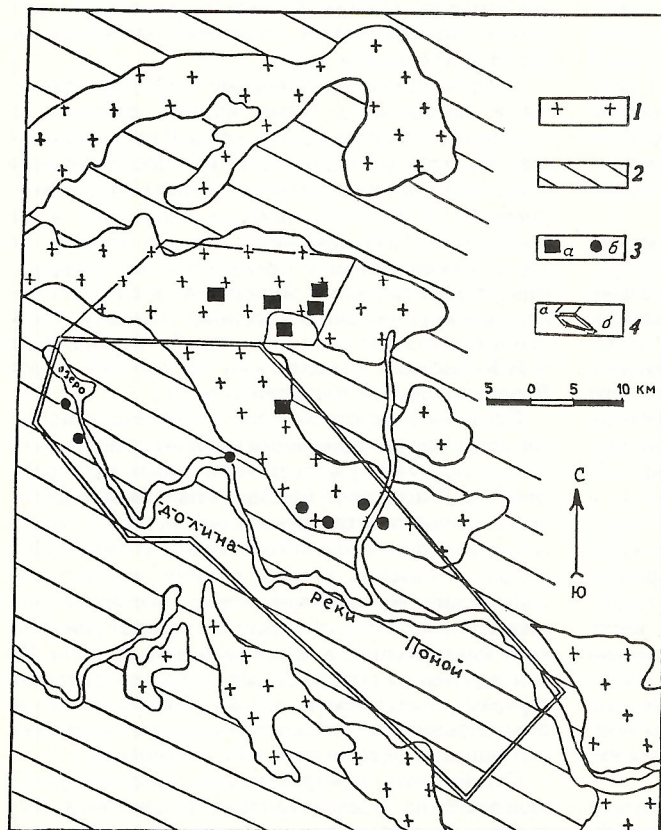


Рис. 4. Схема Верхнепонецкой площади развития щелочных гранитов, по И.И.Киселеву и др., 1993:

1 — граниты; 2 — метаморфические породы; 3 — проявления коренной (а) и россыпной в коре выветривания (б) редкометалльной минерализации с высокими содержаниями редких металлов; 4 — контуры площади, рекомендуемой для постановки поисково-оценочных работ на коренное (а) и россыпное (б) редкометалльное оруденение

Провинция (рис. 5) включает 14 массивов УИК, локализованных в разрывах краевых частей блока и в Кандалакшской зоне глубинных

разломов, рассекающих блок по длинной оси. Возникновение массивов связано со среднепалеозойской тектоно-магматической активизацией,

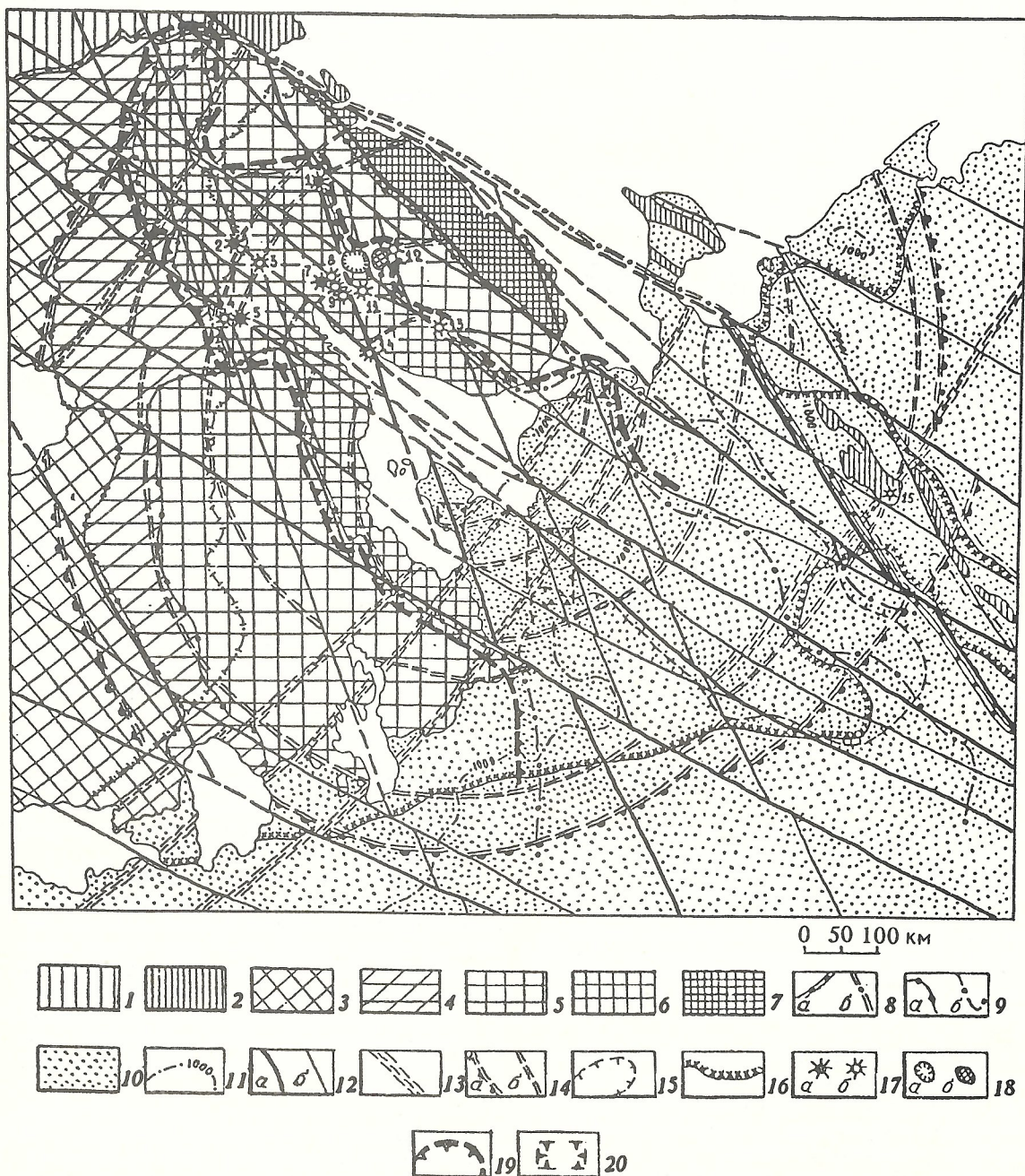


Рис. 5. Тектоническая позиция Беломорской редкометалльной провинции:

складчатые комплексы: 1 — каледонские, 2 — байкальские; основные структуры архейского фундамента Балтийского щита: 3 — области свекофенской складчатости, 4 — область досвекофенской консолидации, переработанная в свекофенский этап; блоки досвекофенской консолидации: 5 — Центрально-Кольский и Карельский, 6 — Беломорский, 7 — Мурманский; 8 — границы основных структур архейского фундамента в пределах Балтийского щита (а), в прилегающей акватории и под платформенным чехлом (б); 9 — границы основных блоков Восточно-Европейской платформы в фундаменте (а) и в чехле (б); 10 — области развития платформенного чехла; 11 — изопахиты чехла, 1 км; зоны крупнейших разрывов: 12 — северо-западных и северо-северо-западных, основных (а), прочих (б), 13 — «скрытых» северо-восточных, 14 — образующих сводово-кольцевую структуру, внешних (а) и внутренних (б); 15 — граница областей отсутствия девонских, силурийских и ордовикских отложений в пределах Русской плиты; 16 — области вероятного развития средневерхнепалеозойских кор выветривания; 17 — массивы УИК, вмещающие редкометалльные месторождения (а) и рудопоявления (б); 18 — Хибинский (а) и Ловозерский (б) массивы апатитовых нефелиновых сиенитов; 19 — границы Беломорской провинции; 20 — площади, перспективные на выявление редкометалльных месторождений, связанных с корой выветривания массивов УИК

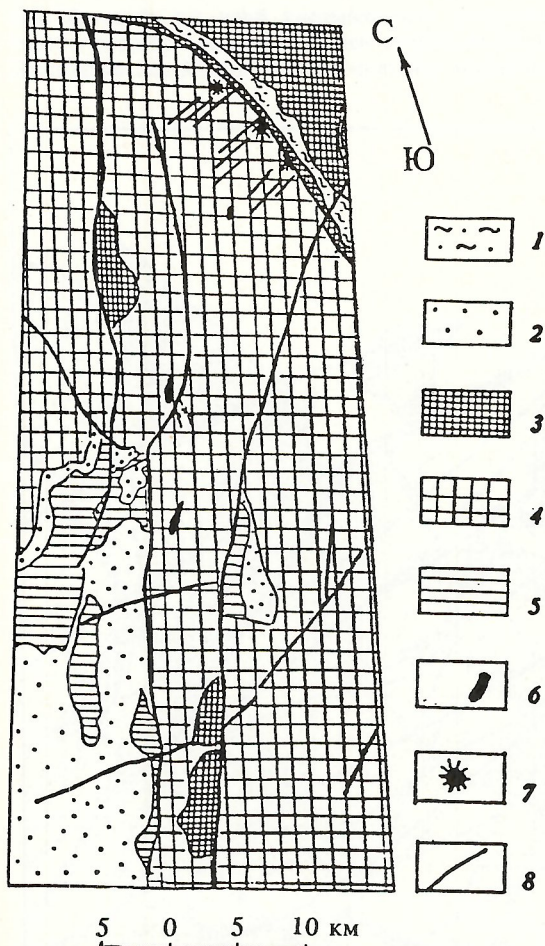


Рис. 6. Геологическая схема Верхнетиманского района, по В.Г.Топоркову и др., 1987:

1 — площадь развития рыхлых палеоген-неогеновых отложений в карстовых полостях палеодолин на известняках быстринской свиты верхнего рифея; 2 — верхнедевонские песчаники, глины, конгломераты; 3 — верхнерифейские терригенно-карбонатные отложения; 4 — среднерифейские кварциты, конгломераты, гравелиты, песчаники и сланцы; 5 — девонские базальты; 6 — дайки рифейских габбро-диабазов; 7 — разрывы; 8 — эндогенные редкометалльные месторождения в приразломных щелочных метасоматитах (альбититах)

так же как и внедрение Хибинского и Ловозерского массивов агпайтовых нефелиновых сиенитов, трубок взрыва, щелочных ультрамафитов Онежского полуострова, и, вероятно, кимберлитов и щелочных базальтоидов.

Анализ размещения аналогичных массивов УИК в пределах редкометалльных провинций Сибирской платформы [5] показал, что они приурочены к краевым частям крупных (диаметром около 1000 км) сводово-кольцевых структур, заложенных, как правило, в эпоху становления фундамента платформы и длительно (на протяжении всего фанерозоя) развивавшихся. Своеобразие таких структур заключается в малоамплитудности перемещений по дуговым швам. К участкам пересечения этих швов с крупными зонами северо-западных и северо-северо-западных разломов приурочены проявления основного и ультраосновного-щелочного магматизма этапов тектоно-магматической активизации платформы

(массивы УИК, пояса щелочных базальтоидов и траппов, дайки долеритов и т.п.).

Сходная сводово-кольцевая структура может быть выделена в северной части Восточно-Европейской платформы на основе комплексного анализа магнитометрических, морфоструктурных и геологических данных. Она охватывает всю область досекофенской консолидации. Важно отметить, что с швами этой структуры согласуются не только структуры фундамента, но и более поздние протерозойские наложенные, а также структуры платформенного чехла. Локализация массивов УИК определяется узлами пересечения дуговых швов с крупнейшими для региона северо-западными и северо-северо-западными разломами. В подобной структурной позиции расположен и массив УИК Косью в Тиманском крае, более ранний (рифейский), чем массивы Беломорской провинции.

Беломорская провинция по тектоническим и геофизическим данным продолжается на восток в обрамление Балтийского щита, где выделены три интенсивные локальные магнитные аномалии, сходные с таковыми над массивами УИК и совмещенные в пределах площади их обнаружения с проявлениями ультраосновного среднепалеозойского магматизма (трубки взрыва Онежского полуострова, кимберлиты Золотицкого поля). Район восточного побережья Белого моря в раннем и среднем палеозое испытывал длительное воздымание, вследствие чего здесь отсутствуют отложения ордовика, силура, девона и регионально развиты латеритные, часто бокситоносные коры выветривания. Эти факты позволяют достаточно обоснованно выделять данные площади в качестве перспективных на проведение специализированных геолого-прогнозных исследований масштабов 1:200 000 и 1:50 000 для анализа проявленности локальных рудоконтролирующих факторов, определяющих целесообразность и методику глубинных поисков месторождений в УИК в этом регионе.

Тиманская редкометалльная провинция представлена несколькими мелкими комплексными (редкометалльно-редкоземельно-титановыми) месторождениями в приразломных щелочных метасоматитах (альбититах) и корках их выветривания, а также месторождением Косью на Среднем Тимане и редкометалльно-редкоземельными рудопрооявлениями в щелочных сиенитах, связанных с ними метасоматитах и в прибрежно-морских россыпях Северного Тимана.

В структурном отношении провинция приурочена к рифейскому Тиманскому авлакогену. Эта рифтогенная структура вытянута в северо-западном направлении, ограничена региональными неоднократно активизированными разломами и как положительная форма рельефа — Тиманский край — возникла в кайнозое. Внутри авлакогена параллельно граничным разломам протягиваются разломы второго и более низких порядков. Кроме того, на его площади (по геофизическим, космическим и прямым геологическим данным) прослеживаются неоднократно активизированные трансконтинентальные меридиональные разломы и геологически устанавливаются короткие, кулисообразно подстилающие друг друга северо-восточные разрывы. Все коренные редкометалльные месторождения локализованы в северо-восточных разломах, что особенно отчет-

ливо выявлено для альбититовых месторождений Среднего Тимана (рис. 6).

Северный Тиман находится в Заполярье в неосвоенном регионе; редкометалльно рудоносные магматические комплексы развиты там на весьма ограниченной территории, сопровождаются только убогими рудопоявлениями в метасоматитах по сиенитам и относительно детально изучены, а коры выветривания практически отсутствуют. Поэтому искать в пределах Северного Тимана новые, в т.ч. и слепые месторождения, при современной экономической обстановке вряд ли целесообразно.

Средний Тиман расположен значительно южнее. Кроме редкометалльных, на его площади известны разведанные месторождения бокситов, а на сопредельных с ним территориях — эксплуатирующиеся месторождения нефти и крупное разведанное редкометалльное месторождение, так что регион в некоторой степени освоен. На Среднем Тимане коры выветривания и продукты их перемыва развиты сравнительно широко и представлены верхнедокембрийскими, преддевонскими и кайнозойскими образованиями.

Перспективы этой части Тиманской редкометалльной провинции не исчерпаны известными мелкими коренными месторождениями в альбититах и карбонатах. Так, геофизическими исследованиями здесь обнаружены аэрогаммааномалии ториевой природы, сходные с таковыми над редкометалльными месторождениями в щелочных гранитах и альбититах и не заверенные наземными поисковыми работами. Кроме того, в аллювии древних и современных речных долин, а также в верхнедокембрийской, преддевонской и кайнозойской корях выветривания и в продуктах их перемыва обнаружено присутствие редкометалльных минералов, содержания которых во многих случаях достигают промышленных концентраций. Поисково-оценочные работы, проведенные В.Г.Топорковым с коллегами на двух участках развития подобных образований (один — на площади древней речной долины и другой, включающий глубокую

карстовую депрессию, выполненную продуктами перемыва кор выветривания и расположенную на северо-восточном склоне Среднего Тимана среди большого числа подобных депрессий) показали их потенциальную перспективность в отношении обнаружения промышленного редкометалльного оруденения. По оценке этих геологов, суммарные прогнозные запасы редких элементов только в карстовых депрессиях района будут соответствовать среднему по масштабам и даже, возможно, крупному редкометалльно-редкоземельно-титановому месторождению.

Таким образом, практическое применение перечисленных выше основных принципов прогнозирования полей и участков наиболее вероятной локализации новых редкометалльных месторождений даже в условиях сравнительно хорошо геологически изученных регионов Балтийского щита и Среднего Тимана выявляет его несомненную эффективность: в этих регионах можно ожидать обнаружения эндогенных месторождений на продолжении известных — в пределах как уже оконтуренных частей провинций, так и на их продолжении, причем продуктивность последних будет, вероятно, более высокой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельская В.В., Рябенко С.В.* Количественная геолого-генетическая модель тантал-ниобий-циркониевых месторождений в щелочных метасоматитах // *Руды и металлы.* 1994. № 1. С. 45—56.
2. *Магматизм и металлогения рифтогенных систем восточной части Балтийского щита* / Под ред. А.Д.Шеглова. — С.-П.: Недра, 1993.
3. *Кудрин В.С.* Типы редкометалльных месторождений, связанных со щелочными гранитами // *Отечественная геология.* 1993. № 5. С. 44—49.
4. *Эпштейн Е.М.* Геолого-петрологическая модель и генетические особенности рудоносных карбонатитовых комплексов. — М.: Недра, 1994.
5. *Эпштейн Е.М., Данильченко Н.А., Постников С.А.* Геология Томторского уникального месторождения редких металлов (север Сибирской платформы) // *Геология рудных месторождений.* 1994. Т. 36. № 2. С.83—110.

УДК 553.001.8

© Коллектив авторов, 1996

Проблемы прогноза и поисков высокопродуктивных объектов железных руд

Н.И.ГОЛИВКИН, И.А.БЕРГМАН, Н.Ю.ШАПОШНИКОВА, Д.М.ЕФРЕМОВ, Н.А.ДМИТРИЕВ, С.Я.МЕДВЕДОВСКИЙ (ВИМС)

Железорудная база Российской Федерации создавалась как часть минерально-сырьевой базы СССР на протяжении многих лет в результате упорного труда большого коллектива геологов производственных и научно-исследовательских организаций Министерства геологии СССР, Министерства геологии РСФСР, Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр, Министерства черной металлургии СССР, Академии наук СССР и союзных республик. Во все эти годы проблема прогноза и поисков высокопродуктивных объектов железных руд была и остается весьма актуальной.

В настоящее время Российская Федерация в

целом высоко обеспечена железными рудами. Государственным балансом запасов полезных ископаемых России на 01.01.94 г. учтено 101,4 млрд. т балансовых запасов железных руд, в т.ч. по категории А+В+С₁ — 57,6 млрд. т с содержанием железа 35,9 % и категории С₂ — 43,8 млрд. т с содержанием железа 45,9 %. Балансовые запасы сосредоточены на 172 месторождениях, кроме того учитываются еще 18 месторождений с забалансовыми запасами 12,4 млрд. т. Из 172 месторождений России: 11 — уникальные, 8 — весьма крупные, 25 — крупные, 49 — средние, 79 — мелкие. Основная масса балансовых запасов (82,4 %) сосредоточена на 19 уникальных и весьма

крупных месторождениях, остальные (17,6 %) — на 153 крупных, средних и мелких.

В сфере промышленного освоения находится 50,2 % балансовых запасов, в т.ч. по категории А+В+С₁ — 54,8 %, которые сосредоточены на 52 разрабатываемых и двух подготавливаемых месторождениях. В 1993 г. добыто 197,5 млн. т руды со средним содержанием железа 29,7 %.

По количеству разведанных запасов железных руд Россия занимает первое место в мире, по производству товарных железных руд — третье после Бразилии и Австралии. Однако только 56,9 % разведанных запасов России находятся в рентабельных (балансовых) месторождениях, остальные 43,1 % — в низкорентабельных (условно балансовых).

Месторождения и прогнозные ресурсы железных руд по территории страны распределены неравномерно. Они находятся в Северном (Карело-Кольская железорудная провинция), Центральном и Центрально-Черноземном (Курская железорудная провинция), Уральском (Уральская железорудная провинция), Западно-Сибирском (западная часть Алтае-Саянской и северная часть Уральской железорудной провинции), Восточно-Сибирском (центральная и восточная части Алтае-Саянской, Ангаро-Енисейская, Ангарская, Забайкальская и юго-западная часть Алданской железорудной провинции) и Дальневосточном (Алданская и Дальневосточная железорудные провинции) районах (рисунок).

Основная масса разведанных запасов (70 млрд. т или 69 %) и прогнозных ресурсов (125 млрд. т или 83,3 %) железных руд сосредоточена в европейской части страны: в Центральном и Центрально-Черноземном районах на КМА — 66,8 млрд. т (65,8 %) разведанных запасов и 123,6 млрд. т (82,2 %) прогнозных ресурсов, в т.ч. почти все разведанные запасы (29,4 млрд. т или 28,8 %, из них 7 млрд. т или 12,2 % запасов категории А+В+С₁) и все прогнозные ресурсы (26,5 млрд. т или 17,6 %) богатых железных руд; в Северном — 3,2 млрд. т (3,2 %) разведанных запасов и 2 млрд. т (1 %) прогнозных ресурсов. Остальная часть разведанных запасов (31,5 млрд. т или 31 %) и прогнозных ресурсов (25,2 млрд. т или 16,8 %) приходится на восточные районы: в Уральском районе — 14,7 млрд. т (14,5 %) разведанных запасов и 2 млрд. т (1,3 %) прогнозных ресурсов; в Западно-Сибирском — 2,7 млрд. т (2,6 %) и 1,2 млрд. т (0,8 %) соответственно; в Восточно-Сибирском — 7,1 млрд. т (7 %) и 14,2 млрд. т (9,5 %); в Дальневосточном — 7 млрд. т (6,9 %) и 7,8 млрд. т (5,2 %).

Отличительной особенностью железных руд России является низкое по сравнению с основными странами-производителями железорудного сырья мирового сообщества содержание железа в недрах. Так, в подтвержденных запасах железных руд Бразилии содержание железа составляет 58 %, Австралии — 62,7 %, Индии — 61 %, ЮАР — 60 %, Ливии — 51 %, Алжира — 49 %. Здесь они представлены в основном богатыми магнетит-гематитовыми и мартит-гематитовыми рудами. В запасах руд России, оцененных по категории А+В+С₁ представленных главным образом бедными рудам, содержание железа 35,9 %. Месторождения США, Канады, Англии, Франции

также представлены бедными рудами с содержанием железа 17—37,6 %, требующими обогащения.

Разведанные запасы железных руд России по категории А+В+С₁ представлены: *железистыми кварцитами* (56,2 %) — магнетитовыми лебединского, оленегорского, костомукшского, сутамского геолого-промышленных типов (ГПТ), гематит-магнетитовыми михайловского ГПТ и окисленными железистыми кварцитами веретинского ГПТ со средним содержанием Fe 35,2 %; *скарново-магнетитовыми рудами* (14,6 %) — тагильского, кондомского, ангарского, алданского, холзунского ГПТ со средним содержанием Fe 33,8 %; *титаномагнетитовыми* (12,1 %) качканарского ГПТ с содержанием Fe 16,6 %; *апатит-магнетитовыми* (0,9 %) ковдорского ГПТ с содержанием Fe 24,4 %; *гематитовыми* (1,5 %) ангаро-питского ГПТ с содержанием Fe 41,2 %; *железохромоникелевыми рудами* (0,4 %) орско-халиловского ГПТ с содержанием Fe 32,2 %. Небольшая часть руд (2,1 %) представлена сидеритами бакальского и связанными с ними бурными железяками новобакальского ГПТ с содержанием Fe 32,4 и 43,2 %. Только 12,2 % запасов железных руд представлено богатыми гематит-мартитовыми, мартитовыми и сидерит-мартитовыми рудами белгородского ГПТ с содержанием Fe 60 %.

В связи с этим основное количество (49,9 млрд. т или 86,6 %) запасов железных руд категории А+В+С₁ России перед металлургическим переделом требует предварительного обогащения и только меньшая часть их (7,7 млрд. т или 13,4 %) может использоваться без обогащения. В 1993 г. было добыто всего лишь 5,5 млн. т (2,9 %) богатых руд, что при их значительных запасах недостаточно.

Несмотря на то, что железорудная промышленность России может обеспечивать сырьем собственную металлургию и часть продукции направлять на экспорт, металлургические центры Урала и Западной Сибири испытывают острый дефицит в местных товарных рудах. Это обусловлено неравномерным распределением на территории России месторождений железных руд (запасов), производства товарных железных руд и металлургических заводов. Так, основная масса (47,5 млн. т или 63,2 % в 1993 г.) товарных железных руд производится в европейской части, остальная (27,7 млн. т или 36,8 %) на Урале, в Западной и Восточной Сибири. В то же время на Урале и в Западной Сибири находится 63,3 % мощностей металлургических предприятий, т.е. в восточных районах России существует большой дефицит в товарных железных рудах, что является важнейшей проблемой для России.

Причина острого дефицита в товарных железных рудах заводов Южного Урала и Западной Сибири — отсутствие в этих районах обнаруженных крупных месторождений, а также отставание в строительстве горнорудных предприятий. Дефицит покрывается за счет ввоза товарных железных руд за 2,5—4,2 тыс. км с КМА и из Северного района, а также импорта за 300—500 км из Казахстана (16 млн. т в 1990 г. и 7,7 млн. т в 1993 г.). В то же время часть товарных железных руд Россия экспортировала

(в 1990 г. — 17,2, в 1992 г. — 7,8 и в 1993 г. — 10,5 млн. т). Удаленность добывающих предприятий и нахождение части их за пределами России значительно повышают себестоимость продукции.

Обеспеченность горнорудных предприятий запасами железных руд неодинаковая и колеблется от нескольких до сотен лет. Наиболее высоко обеспечены запасами предприятия Центрально-Черноземного района КМА — Лебединский, Стойленский, Михайловский и Губкинский ГОКи; менее 25 лет — Оленегорский, Коршунровский ГОКи, НПО «Сибруда» и некоторые предприятия Урала (Богословское рудоуправление, Магнитогорский металлургический комбинат, Туканский рудник и др.) [1, 10].

Динамика добычи и погашения железных руд по России (и по ее субъектам) показывает, что при современном уровне добычи (190,2 млн. т в 1993 г.) за 1993—1995 гг. будет погашено 630 млн. т. При расширении добычи до 210 млн. т в год расчетное погашение достигнет в 1996—2000 гг. 1110 млн. т.

После 2000—2005 гг. дефицит усугубится в связи с тем, что будет отработано Коршунское месторождение, а большинство месторождений Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока низкорентабельны, а часть нерентабельна. Таким образом, перед железорудной отраслью стоит и будет стоять задача восполнения выбывающих в результате отработки запасов и ослабления дефицита в обеспечении железорудным сырьем металлургических заводов Южного Урала и Западной Сибири. Наличие значительного количества разведанных запасов и прогнозных ресурсов позволяет решить эту задачу.

На протяжении многих лет в ВИМСе (Г.С.Момджи, Н.Г.Шмидт, Б.П.Епифанов, В.М.Григорьев, И.И.Пастушенко, А.Я.Архипенкова, Н.Ю.Шапошникова, В.А.Кудрявцев, Р.В.Терехова, Т.В.Бессонова, Н.И.Голивкин, И.А.Бергман, Д.М.Ефремов, С.Я.Медведовский, Н.А.Дмитриев, И.Д.Савинский и др. [2—9]), СНИИГИМСе (А.С.Калугин, Г.И.Константинов, Э.Г.Кассандров, Г.Ф.Горелов, Н.С.Лидин и др.), ВостСибНИИГИМСе (А.С.Барышев, Г.С.Вахромеев, В.И.Никулин и др.), ДВИМСе (Г.И.Архипов и др.), ВСЕГЕИ (В.Е.Попов, Ю.Г.Старицкий и др.), ПГО «Севзапгеология» (В.П.Малышев, А.С.Сергеенко и др.), «Центргеология» (И.А.Жаворонкин, И.С.Вассерман, В.И.Павловский, В.Н.Бойдаченко и др.), «Уралгеология» (П.С.Прямоносков, А.А.Пуркин, А.Н.Авдониин и др.), «Красноярскгеология» (Б.И.Суганов, Б.М.Афанасьев, Ш.Д.Курцерайте и др.), «Иркутскгеология» (Г.С.Фон-дер-Флаас и др.), «Запсибгеология» (М.И.Селиверстова, Л.Г.Горбачев и др.), Росгеолкоме (В.П.Орлов, Л.П.Тигунов), а также в ИМРе (Ю.С.Лебедев и др.), КАЗИМСе (К.Каймаков и др.), ИГГ УНЦ РАН (Я.П.Баклаев и др.), ИГФМ АН Украины (Я.Н.Белевцев, Ю.М.Епатко и др.) разрабатывались и разрабатываются вопросы прогноза, поисков и оценки месторождений железных руд, которые отражены в монографиях, методических руководствах и указаниях, научных и производственных отчетах.

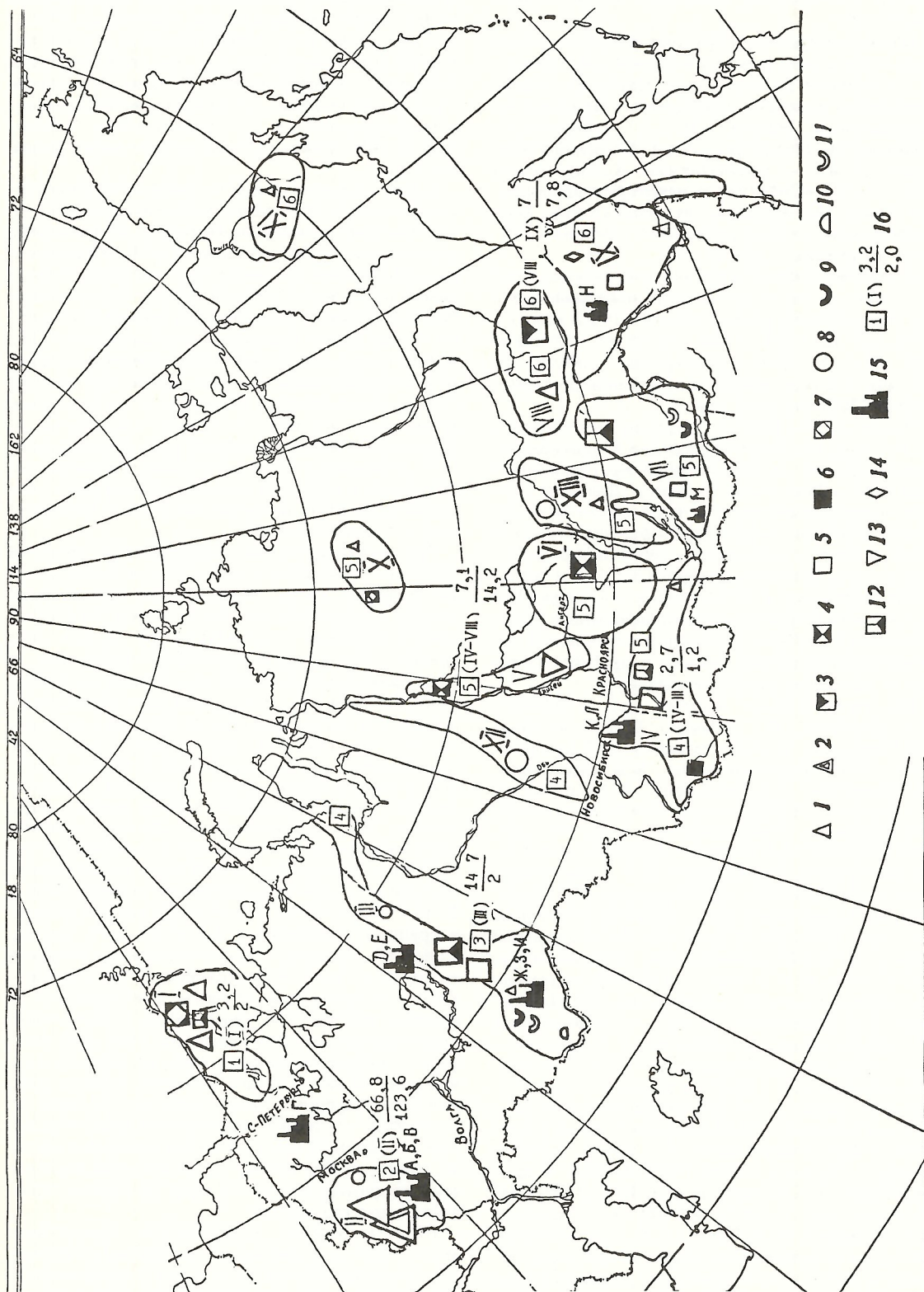
В условиях рыночной экономики наиболее рентабельными будут (как и во всем мире) вы-

сокопродуктивные объекты железных руд. К последним авторы относят объекты, отвечающие следующим требованиям [2, 3, 4]: высокое содержание и качество (богатые руды, существенно магнетитовый состав для руд, требующих обогащения, зернистость, раскрываемость и т.п.) полезного компонента; большие масштабы ресурсов (запасов); благоприятные условия залегания (гидрогеологические, инженерно-геологические, петрофизические, в т.ч. относительно небольшая, до 400—500 м, глубина размещения рудных тел и др.).

К высокопродуктивным железорудным объектам относятся легкообогащаемые магнетитовые руды — магнетитовые железистые кварциты лебединского, оленегорского и костомукшского ГПТ, связанные с докембрийскими железисто-кремнистыми формациями, развитыми в Курской (КМА), Карело-Кольской и Алданской железорудных провинциях; магнетитовые руды тагильского и кондомского ГПТ, приуроченные к скарново-магнетитовым формациям фанерозойских складчатых поясов, и ангарского ГПТ, локализующиеся в осадочном чехле в зонах активизации на юге Сибирской платформы, и прежде всего богатые железные руды белгородского ГПТ, связанные с корой выветривания железистых кварцитов, в основном гематит-магнетитовых михайловского ГПТ, развитых на КМА в Белгородской и Курской областях.

Высокопродуктивные железорудные объекты обладают контрастно-высокими относительно вмещающей среды значениями физических свойств слагающих их руд и пород (особенно намагниченности и плотности [2, 3, 6]), что вместе с большими масштабами оруденения и благоприятными условиями их залегания (смотри требования к высокопродуктивным объектам) приводит к возникновению на участках локализации этих объектов характерных аномалий (аномальных зон) геофизических полей, которые, в свою очередь, служат основными прогноз-но-поисковыми признаками при их выявлении и оценке. Так, промышленные объекты железистых кварцитов лебединского и михайловского ГПТ характеризуются магнитными и гравитационными локальными аномалиями высокой (более 30 до 170 тыс. нТл и 3,5—9 мгал) интенсивности и крупных размеров (от 2,5 до 15 км²). Форма аномалий простая, преимущественно линейно вытянутая, реже изометрическая, эллипсоидная. Промышленные объекты оленегорского и костомукшского ГПТ проявляются в магнитном поле такими же интенсивными (50—100 тыс. нТл) локальными аномалиями, но значительно меньших (0,02—0,4 км²) размеров и более разнообразной формы (линейно вытянутые, дуго- и серпообразные и др.); им соответствуют локальные аномалии Δg в 0,3—0,8 мгал примерно таких же размеров. Все аномалии от объектов железистых кварцитов имеют высокие до резких горизонтальные градиенты.

Объекты богатых железных руд, приуроченные к «головам» названных железистых кварцитов, характеризуются такими же интенсивными (до 9 мгал и более) локальными аномалиями силы тяжести (Δg) при значительном понижении интенсивности сопутствующих им аномалий магнитного поля. Размеры аномалий от объектов богатых руд, естественно, меньше, чем размеры



аномалий от объектов железистых кварцитов, а форма более разнообразная — от лентовидной, эллипсовидной вытянутой до произвольной — изометрической.

Интенсивность магнитных и гравитационных аномалий от промышленных скарно-магнетитовых объектов составляет 10—50 тыс. нТл и более и 2—4 мгал и более; площадные размеры колеблются в зависимости от масштабов оруденения и глубины залегания — магнитных от 0,01 до 0,45 км² и гравитационных от 0,01 до 0,8 км². Форма аномалий очень изменчивая, от простой эллипсовидной субизометрической до замысловато усложненной. Градиенты аномалий от промышленных объектов высокие, у приповерхностных — резкие.

Таким образом, при прогнозировании и поисках высокопродуктивных железорудных объектов геофизические методы, наряду с геологическими методами (критериями, признаками), играют решающую роль. Данные геофизических измерений позволяют локализовать и оконтурить местоположение, оценить масштабы, глубину залегания и опосредованно определить качество руд прогнозируемых объектов уже на ранних стадиях их изучения.

Внедрение прогнозных исследований в практику геологоразведочных работ на железо — важный шаг в направлении их оптимизации, а их совершенствование — текущая задача прикладной науки [2, 4, 6, 7].

Возможность и методика прогнозирования и поисков железных руд, и в первую очередь скрытых, базируются на знании генезиса руд, закономерностей их размещения, специфики присущих им петрофизических свойств и определяются следующим: существованием и характером связей между железными рудами и вмещающей средой; проявлением железных руд в различных геофизических (магнитном, гравитационном и др.) полях, в т.ч. искусственно создаваемых в диагностических целях; локализацией железных руд в структурах, диагностируемых геологическими и геофизическими (сейсморазведкой, гра-

виразведкой) методами; возможностью выявления и оценки связей между различными параметрами аномальных полей и вызывающих их рудных объектов (в аномальных геофизических полях содержится количественная информация об источниках аномалий, закодированная по законам физики конкретного поля, лежащего в основе того или иного геофизического метода).

Фактической основой прогнозирования являются разведанные и изученные железорудные месторождения в конкретных геологических обстановках со всеми их параметрами, характеристиками и связями; *методической* — исторический опыт их выявления и оценки в различных природных условиях; *научной* — достижения теории образования железорудных месторождений и сопредельных наук; *экономической* — прибыльность отработки с учетом потребностей конкретной экономической ситуации; *методологической* — диалектическая логика познания.

По содержанию прогнозирование железорудных месторождений — вид исследований геолого-геофизических материалов, объединяющий анализ геологического строения и истории развития потенциальных рудных полей с выделением прямых и косвенных признаков потенциального оруденения и последующий синтез всей геолого-геофизической информации в виде объемных физико-геологических и геолого-экономических моделей; оценка ресурсов объектов производится с помощью геофизических и геологических методов. В последнем случае, при недостатке параметрических измерений, широко применяется метод аналогии (в т.ч. с привлечением общетеоретических представлений о благоприятных факторах оруденения) — о ресурсах прогнозируемых железорудных месторождений судят путем их сопоставления с эталонными объектами такого же ранга; в случае неполного сходства вносятся поправки [5].

Поиски и оценка месторождений железных руд ведутся с применением комплексов геолого-геохимических и геофизических методов, разра-

Геолого-экономическая карта ресурсов железных руд России:

провинции (экономические районы): I — Карело-Кольская (Северный), II — Курская (Центральный и Центрально-Черноземный), III — Уральская (Уральский, северо-западная часть Западно-Сибирского), IV — Алтае-Саянская (западная часть Западно-Сибирского; центральная и восточная части Восточно-Сибирского); V — Ангаро-Енисейская (Восточно-Сибирский), VI — Ангарская (Восточно-Сибирский), VII — Забайкальская (Восточно-Сибирский), VIII — Алданская (Дальневосточный, юго-западная часть Восточно-Сибирского); IX — Дальневосточная (Дальневосточный); потенциально рудоносные провинции: X — Анабарская (Восточно-Сибирский), XI — Северо-Восточная (Дальневосточный), XII — Колпашевская (Западно-Сибирский), XIII — Саяно-Байкальская (Восточно-Сибирский); геолого-промышленные типы месторождений железных руд (по размеру знака — крупные, средние, мелкие): 1 — железистых кварцитов железисто-кремнистых формаций (верховцевский, оленегорский, костомукшский, лебединский, михайловский, сутамский, веретенинский типы), 2 — мартитовых, гематит-мартитовых, мартит-гидрогематитовых, иногда сидеритизированных богатых руд коры выветривания железистых кварцитов (белгородский), 3 — магнетитовых метаморфизованной скарнированной формации (алданский), 4 — магно-магнетитовых магнезиоферритовой скарновой формации (ангарский), 5 — магнетитовых скарно-магнетитовой формации (тагильский, кондомский), 6 — магнетитовых метаморфизованной скарнированной формации (холзунский), 7 — апатит-магнетитовых (ковдорский), 8 — сидерит-шамозит-гидрогетитовых бурых железняков (аятский, лисаковский, керченский), 9 — гидрогетит-гетитовых бурых железняков коры выветривания сидеритов (новобакальский), 10 — хромоникелевых гидрогематит-гетитовых коры выветривания ультраосновных пород (орско-халиловский), 11 — сидеритовых (бакальский), 12 — титаномagnetитовых (качканарский), 13 — кремнисто-гематитовых (ангаро-питский), 14 — кремнисто-гематит-магнетитовых марганцовистых (удской); 15 — металлургические заводы и комбинаты (А — Оскольский, Б — Тульский, В — Новолипецкий, Г — Череповецкий, Д — Серовский, Е — Нижнетагильский, Ж — Челябинский, З — Магнитогорский, И — Орско-Халиловский, К — Западно-Сибирский, Л — Кузнецкий, М — Петровско-Забайкальский, Н — Дальневосточный проектируемый; цифры в квадратах — экономические районы (1 — Северный, 2 — Центральный и Центрально-Черноземный, 3 — Уральский, 4 — Западно-Сибирский, 5 — Восточно-Сибирский, 6 — Дальневосточный); цифры в скобках — номера провинций на их территории; дробью даны: в числителе — разведанные запасы, в знаменателе — прогнозные ресурсы района, млрд т

ботанных для различных геолого-промышленных типов железных руд.

Все запасы и прогнозные ресурсы богатых железных руд сосредоточены на КМА. Здесь они представлены мартитовыми, железослюдково-мартитовыми, мартит-гидрогематит-гидрогетитовыми, карбонатизированными и хлоритизированными разностями руд. Залежи богатых руд на 30—70 % сложены рыхлыми рудами; основная их масса залегает на больших (более 400 м) глубинах. Сложные гидрогеологические и горно-геологические условия затрудняют подземную отработку богатых железных руд. Опыт применения скважинной гидродобычи на Шамраевском участке Большетроицкого месторождения Белгородской области показал возможность эффективной отработки богатых железных руд с глубины 600—800 м с производительностью 40—50 т/ч [10]. Происходящее в процессе добычи самообогащение руды позволяет получать товарные руды с высоким содержанием железа (66—68 %) и пониженным (более 1 %) — кремнезема, тогда как среднее содержание железа по месторождению 61,5 % (по участку — 63,59 %), а кремнезема 3,6 % (3,64 %). При дроблении и магнитной сепарации можно получить концентраты с содержанием железа 69—69,5 % и кремнезема менее 0,5 %, пригодные для электрометаллургического передела, порошковой металлургии, аккумуляторной промышленности. Применение скважинной гидродобычи позволяет в несколько раз увеличить добычу богатых железных руд на КМА. Однако в настоящее время нет разведанных и апробированных ГКЗ месторождений богатых руд для скважинной гидродобычи.

Анализ геолого-геофизических материалов показывает, что на Южном Урале и в Западной Сибири возможность выявления до глубины 500 м высокопродуктивных железорудных объектов маловероятна, практически исчерпана, поскольку в силу благоприятных геолого-экономических показателей и физико-геологических условий залегания все объекты такого ранга уже выявлены, разведаны и учтены Государственным балансом.

В связи с этим в настоящее время проблема прогнозирования и поисков высокопродуктивных железорудных объектов сводится: к выявлению, оценке и переоценке объектов для скважинной гидродобычи железных руд; к обнаружению и оценке глубокозалегающих высокопродуктивных объектов, в первую очередь, в районах действующих предприятий и экономически освоенных.

Все это является весьма сложной комплексной проблемой, в которой наряду с оценкой разнообразных и трудноопределяемых по геолого-геофизическим данным параметров оруденения, не менее ответственная роль принадлежит и оценке комплекса экономических параметров, а в некоторых случаях — и учету социальных условий, особенно при организации глубинных поисков в старых рудных районах [8, 9].

Глубокозалегающие железорудные объекты даже с крупными промышленными запасами не сопровождаются интенсивными гравимангнитными аномалиями: возникает проблема распознавания природы слабоинтенсивных магнитных аномалий, при этом объекты прогнозирования и поисков генерализуются. В качестве исходного объекта выступает рудное поле месторождения в

его естественных структурных и формационных границах.

По мере смещения прогнозно-поисковых работ на все большие глубины изменяются требования и подходы к изучению геологического строения рудных районов и, как следствие, методика проведения работ.

Эффективное производство глубинных поисков невозможно без объективной информации, освещающей геологическое и физико-геологическое строение глубоких горизонтов. Геолого-геофизические модели, служащие основой глубинных поисков, должны опираться на соответствующий фактический материал, который может быть получен только в процессе глубокого бурения.

Ядром методики глубинных поисков является глубинное геолого-геофизическое картирование (объемная геолого-геофизическая съемка), представляющее собой оптимальное сочетание геологосъемочных работ с необходимыми видами бурения, сопровождаемого скважинными геофизическими исследованиями, а также комплексную интерпретацию всей совокупности данных геологических, геофизических и геохимических работ с целью формирования объемной физико-геологической и геолого-экономической моделей прогнозируемого объекта.

Прогнозные исследования должны стать неотъемлемой частью геологоразведочного процесса, поэтому необходимо их введение в технологию геологоразведочных работ для выбора наиболее эффективных проектных решений.

Технология процесса прогнозирования должна быть подчинена единой последовательности их выполнения и включать три этапа: первый (проектирование) — связан с предварительным прогнозированием объектов исследований и технико-экономическим проектированием работ; второй (проверка прогноза) — проведение работ поисковой стадии и текущее (оперативное) прогнозирование; третий (оценочный) — оценка предусматривает решение задач прогнозирования, ранжирование выделенных объектов, обоснование рекомендаций на проведение последующей стадии работ (заключительное прогнозирование).

Методика прогнозирования на любом этапе геологоразведочного процесса должна быть оптимизирована с учетом конкретных геолого-геофизических обстановок, использования новых методов поисков, оценки и разведки, в т.ч. мало- и бесконтактных способов технических и технологических средств получения информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антоненко Л.К., Новиков А.А. Состояние и проблемы развития сырьевой базы черной металлургии России // Международное сотрудничество в горном деле. М., 1994. С. 3—7.
2. Бергман И.А., Шапошникова Н.Ю., Голивкин Н.И. Методические рекомендации по крупномасштабному прогнозу скрытых скарно-магнетитовых месторождений складчатых зон и чехла платформ. — М.: ВИМС, 1994.
3. Геологические основы и оценка железорудных месторождений / Под ред. Г.С.Момджи, Н.Г.Шмидта. — М.: ВИМС, 1977.
4. Методические рекомендации по крупномасштабному и локальному прогнозированию основных геолого-промышленных типов месторождений железистых кварцитов / Н.И.Голивкин, Н.Ю.Шапошникова, Д.М.Ефремов и др. — М.: ВИМС, 1993.
5. Методическое руководство по оценке прогнозных

- ресурсов твердых полезных ископаемых. Ч. 2. Оценка прогнозных ресурсов твердых горючих полезных ископаемых, черных и легирующих металлов / Под ред. В.С.Быкадорова, В.Т.Покалова. — М.: ВИЭМС, 1988.
6. Методические указания по рациональному комплексованию работ при поисках и оценке месторождений железных руд (прогнозно-поисковые комплексы) / Н.И.Голивкин, И.И.Пастушенко, Г.С.Момджи и др. — М.: ВИМС, 1988.
7. Оценка железорудных месторождений при поисках

и разведках / Г.С.Момджи, Б.П.Епифанов, Н.Г.Шмидт и др. — М.: Недра, 1970.

8. Поиски и прогнозная оценка глубокозалегающих месторождений скарново-магнетитовых руд / Под ред. Н.Г.Шмидта. — М.: ВИМС, 1977.
9. Поиски и прогнозная оценка глубокозалегающих месторождений скарново-магнетитовой формации / Под ред. Н.Г.Шмидта. — М.: ВИМС, 1981.
10. Тигунов Л.П. Состояние и перспективы развития сырьевой базы черной металлургии России // Минеральные ресурсы России, экономика и управление. М., 1994. № 1. С. 20—24.

УДК 553.637

© А.Е.Лисицын, 1996

Уральская бороносная провинция

А.Е.ЛИСИЦЫН (ВИМС)

На территории Урала преимущественно развита борная минерализация, связанная со скарнами, скарноидами, скарнированными породами. Здесь выявлены десятки боропроявлений и несколько небольших месторождений, но не обнаружено промышленно значимых месторождений. Тем не менее рассматриваемый регион в целом представляет собой своеобразную борную провинцию, изучение которой важно для познания особенностей образования эндогенных месторождений бора.

Борное оруденение Урала представлено главным образом боросиликатом — датолитом и в меньшей степени боратами кальция, магния и железа.

В пределах Приполярного Урала установлено боропроявление магнезиально-скарнового типа в районе горы Народа [1]. Здесь развиты кембрийские отложения, представленные кварцитами, хлорит-серицит-кварцевыми сланцами и рассланцованными метадиабазами. В этих породах наблюдаются линзы доломитовых известняков, размеры по простиранию которых составляют 250—500 м. Отложения свит данного возраста составляют ядро Вангыро-Патокской антиклинали. Интрузивные породы, прорывающие кембрийские отложения, сложены габбро, габбро-диабазы, диабазы, диоритами, гранитами. Возраст их — кембрий — ранний ордовик. Боропроявление в виде скоплений боратов — людвигита и ссайбелиита приурочено к скарнированным и серпентинизированным доломитовым известнякам (рис. 1). Содержание борного ангидрида в штучных пробах составляет 2—11 %.

На Северном Урале установлена датолитовая минерализация. Она известна в Ивдельском районе на Первом Северном руднике. Здесь датолит приурочен к зоне дробления слабо скарнированных известняков, а также образует тонкие прожилки совместно с кальцитом в диабазах и известняках.

На территории Среднего Урала борное оруденение развито наиболее широко. В основном оно сосредоточено в породах силура — девона, слагающих Западный вулканогенный прогиб, протягивающийся вдоль восточного склона Урала. Палеозойские отложения, представленные порфиритами, порфирами, их туфами, туфогенными песчаниками и сланцами, а также известняками, прорваны допозднедевонскими малыми гипабиссальными интрузивами, среди которых развиты грано-

диориты, кварцевые диориты, диориты, сиениты, диорит-сиениты, плагиограниты, габбро-диориты. В контактовых ореолах гранитоидных массивов развиты известняковые скарны, к которым приурочены железорудные и медные месторождения. В них широко распространена эндогенная борная минерализация, представленная преимущественно датолитом, изредка — аксинитом и в единственном случае — боратами. Наиболее развита эндогенная борная минерализация на Среднем Урале в Красноуральском и Тагильско-Кушвинском районах. Здесь из 20 контактово-метасоматических месторождений железа, меди, марганца, где обнаружена боросиликатная минерализация, заслуживают внимания 2 — Вадимо-Александровское в Турьинском рудном поле и Хажинское в районе Нижнего Тагила.

Вадимо-Александровское — промышленное медно-железорудное месторождение, в котором датолитовое оруденение пространственно разбещено с сульфидно-магнетитовыми рудами и локализуется на западном фланге месторождения в слоистых скарноидах, развитых по породам живетского яруса в удалении от массивных зон скарнов в контактах кварцевых диоритов и четко контролируется разрывными нарушениями (рис. 2). Скарноиды представлены чередованием тонких прослоев пород силикатного и карбонатного составов (порфириты, спонголиты, известняки и др.), по контактам которых развито известковое скарнирование с образованием эпидот-везувияноволластонитовых метасоматитов.

Скарноиды замещены метакристаллами и прожилками датолита, находящимся в парагенезисе с пренимом, кальцитом, кварцем, флюоритом, таумаситом, апофиллитом. По простиранию датолит-содержащие скарноиды протягиваются до 1000 м, по падению — до 600 м, максимальная мощность пачек слоистых скарноидов составляет 250 м. Распределение борного ангидрида неравномерное, среднее его содержание 2 %. Технологические испытания и технико-экономические расчеты, выполненные в ВИМС, показали нерентабельность обогащения и переработки датолитовых руд данного месторождения.

Хажинское месторождение приурочено к ксенолиту известняков и ортофиоров нижнего девона в контактовой зоне Тагильского сиенитового мас-

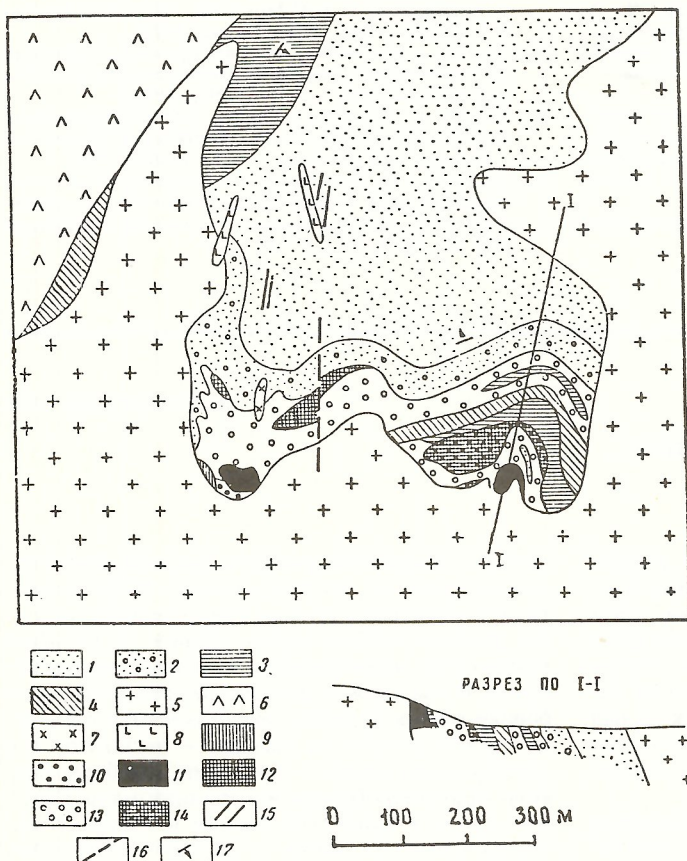


Рис. 1. Схема геологического строения Центрального боропоявления:

1 — кварциты; 2 — скарнированные кварциты; 3 — кварц-сланцевые сланцы; 4 — кварц-целинозит-актинолитовые сланцы; 5 — граниты; 6 — габбро-диориты, кварцевые диориты; 7 — аплитовидные граниты; 8 — лампрофиты; 9 — около-скарновые породы; 10 — гранатовые скарны; 11 — магнетитовые руды в скарнах; 12 — кальцифиты; 13 — диопсидовые скарны; 14 — кальцифиты с боратовой минерализацией; 15 — зоны дробления; 16 — тектонические нарушения; 17 — элементы залегания пород

сива. Эффузивно-осадочные породы расщеплены сиенитами на ряд субпараллельных послонных тел различной мощности, в контактах которых с сиенитами развиты также послонные тела рудных и безрудных скарнов, пространственно разобщенных. Рудные скарны расположены висячем контакте ксенолита известняков и представлены гранатовыми и пироксен-гранатовыми разновидностями с магнетитом. Безрудные (безмагнетитовые) скарны залегают в основном в лежащем контакте ксенолита известняков и представлены гранатовыми, пироксен- и везувиан-гранатовыми разновидностями, иногда с бустамитом и волластонитом. Борная минерализация приурочена к линзам безрудных везувиансодержащих скарнов, развитых преимущественно по сиенитам в их контакте с известняками и образующих зону эндоскарнов (рис. 3). Датолит здесь образует прожилки и гнездовые выделения, замещая гранат, везувиан, волластонит, бустамит. Аксицит отмечается в отдельных участках маломощных зон пироксенового эндоскарна. Основная линза бороносных скарнов расположена на глубине 150—200 м. Длина ее по простиранию достигает 250 м, по падению 150 м, мощность 10—40 м. Месторождение как по железу, так и по бору непромышленное.

Оригинально проявление боратов кальция и магния на Новофроловском месторождении в Турьинском рудном поле. Участок, на котором обнаружена боратовая минерализация, приурочен к контакту апофизы массива кварцевых диоритов с вмещающими эффузивно-осадочными породами средневекового возраста, представленными чередующимися порфирами, туфосланцами, туфопесчаниками

и мраморизованными известняками. От массива кварцевых диоритов во вмещающие породы отходят многочисленные мелкие жилы диоритовых порфиритов. На контакте массива кварцевых диоритов с мраморизованными известняками развита зона пироксен-гранатовых скарнов мощностью от 20 до 50 м (рис. 4). Аналогичные скарновые зоны образованы и на контактах эффузивных пород с мраморизованными известняками. Тела диоритовых порфиритов нередко интенсивно скарнированы или нацело замещены скарнами. Участок месторождения пересекается двумя крупными крутопадающими тектоническими нарушениями. Одно из них сопровождается зоной интенсивного дробления пород мощностью от 1 до 30 м. Местами нарушение ветвится или сопровождается параллельными тектоническими нарушениями. Возраст нарушения дорудный (относительно медного оруднения). Однако повторные подвижки здесь имели место и после медного рудоотложения, о чем свидетельствует зона сыпучих медных руд, локализующихся в пределах этого нарушения. Второе крупное тектоническое нарушение фиксируется дайкой диабазовых порфиритов и зоной дробления вмещающих пород в ее альбандах. Возраст нарушения послерудный. Помимо этих крупных тектонических нарушений, отмечается значительное число более мелких дорудных и послерудных нарушений. Особенно сильно они развиты вдоль контакта известняков с зоной скарнов. Здесь нередко наблюдается сильная трещиноватость как в известняках, так и в скарнах. Боратовая минерализация встречается на глубинах 340—600 м в слабо скарнированных мраморизованных известняках вблизи зо-

ны пересечения указанных двух крупных тектонических нарушений. Слабое скарнирование известняков, к которым приурочена бортовая минерализация, наблюдается на участках, примыкающих к мощным зонам скарнов, а также нередко в непосредственной близости от мелких жил диоритовых порфиров и выражается в присутствии в известняках мелких гнезд, линз и прожилков гранатовых и диопсид-гранатовых скарнов. В зонах массивных скарнов в контактах кварцевых диоритов с известняками бортовая минерализация отсутствует. Борные минералы представлены боратами кальция, впервые открытыми именно на этом месторождении: кальциборитом и фроловитом [9, 10], нифонтовитом, коржинским, уралборитом и пентагидроборитом [4, 6, 7], а также боратом магния — ссайбелиитом и боратом кальция и магния — клинокурчатовитом [5, 8]. Бораты слагают мелкие гнезда и тонкие прожилки. Характерен парагенезис кальциевых боратов с ангидритом, гипсом, анкеритом, кальцитом. Ссайбелиит находится в парагенезисе с антигоритом.

В пределах Южного Урала боропроявления известны и на площади, прилегающей к Бердяшскому плутону: на юге — в Бакало-Саткинском районе и на севере — в Копанско-Кусинском районе, а также в Зауралье — в районе Соколовско-Сарбайского рудного узла (Северный Казахстан) — в районе Магнитогорского железорудного месторождения.

Геологическая обстановка района Соколовско-Сарбайского рудного узла сходна с таковой Среднего Урала. Здесь толща известняков и эффузивов нижнего карбона прорвана гипабиссальными интрузиями среднего состава — диоритами, кварцевыми диоритами, диоритовыми порфирами. В контактах массивов интрузивных пород развиты известковые скарны пироксен-гранатового состава с магнетитовым оруденением. На ряде железорудных месторождений — Ломоносовское, Сарбайское, Соколовское, Качарское, Темирское — установлена датолитовая минерализация. Датолит в виде прожилков, гнезд, жеод приурочен к зонам разломов, цементируя совместно с пренитом, хлоритом, кальцитом, кварцем брекчированные магнетитовые руды, пироксеновые, гранатовые и пироксен-гранатовые скарны, а также эпидот-хлоритовые, скаполитовые и интрузивные породы. В виде тонкой рассеянной вкрапленности датолит установлен в карбонатизированных диабазовых порфиритах, в известняках и ангидрит-карбонатных породах. Более заметные концентрации датолита отмечены на Ломоносовском месторождении.

В районе Магнитогорского месторождения борная минерализация развита на Придорожном участке (окраина г. Магнитогорск). Участок сложен эффузивно-осадочными породами девона — карбона, прорванными интрузиями гранитов, граносиенитов и дайками граносиенит-порфиров и диабазов. Датолит локализуется в скарнированных андезит-трахитовых порфирах, ортофирах и скарнированных известняках вблизи интрузивов. В скарнированных породах установлены гранат, везувиан, диопсид, волластонит. Датолит развит по скарновым минералам. Содержание борного ангидрида не превышает 2 %.

В Бакало-Саткинском районе борная минерализация сосредоточена в основном в пределах Бакаль-

ского рудного поля, расположенного в пределах Бакальской синклинали. Здесь распространены доломиты, известняки, песчаники, конгломераты и сланцы, прорванные дайками диабазов. Борная минерализация представлена датолитом, аксинитом и ссайбелиитом. Датолит и аксинит присутствуют в виде тонких прожилков и мелкой вкрапленности в приконтактных частях диабазовых даек с известняками, локализуясь в пироксен-гранатовых скарнах и эпидозитах. Ссайбелиит встречается в контактовых зонах диабазовых даек с доломитами, локализуясь в серпентинизированных и лиственитизированных карбонатных породах в виде длинноволокнистых скоплений мощностью до 5 см, выполняющих трещины. Зоны распространения ссайбелиита вблизи даек составляют 3—4 м. Аналогичная геологиче-

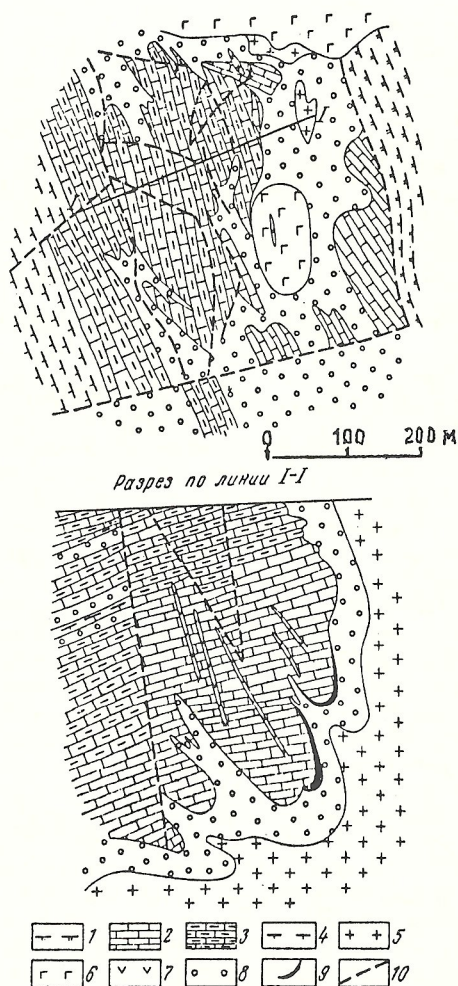


Рис. 2. Схема геологического строения Вадимо-Александровского месторождения, использованы материалы Г.Л.Гомберга:

эйфельский ярус: 1 — роговообманковые порфиры и их туфы; 2 — мраморизованные известняки; живетский ярус: 3 — слоистые скарноиды с датолитом, переслаивающиеся с пластами порфиров, туфосланцев и туфопесчаников, 4 — роговообманковые порфиры, их туфы, туфопесчаники и туфосланцы; 5 — кварцевые диориты; 6 — габбро-диориты; 7 — диабазовые порфиры и лампрофиры; 8 — скарны и эпидозиты; 9 — медистые магнетитовые руды; 10 — тектонические нарушения

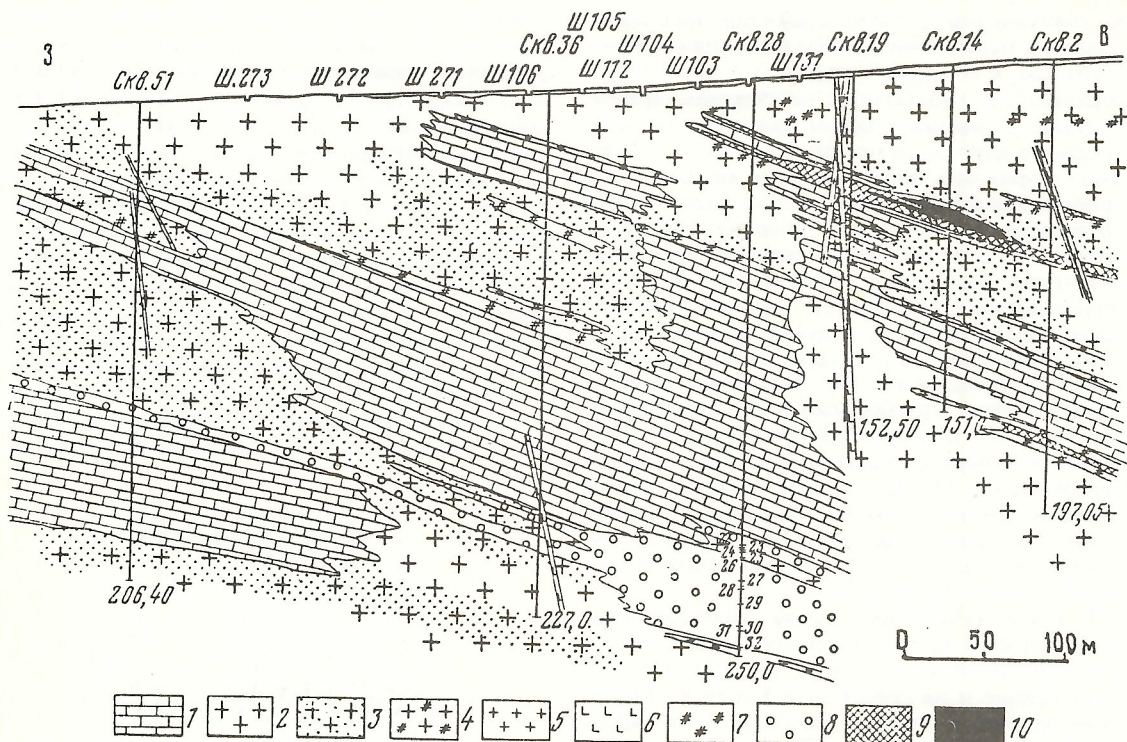


Рис. 3. Схематический геологический разрез Хахинского месторождения, материалы Е.И.Клевцова :

1 — мраморы; 2 — сиениты; 3 — сиениты ороговикованные; 4 — сиениты скарнированные; 5 — сиенит-порфиры; 6 — диабазовые порфиры; 7 — безрудные скарны; 8 — дацитолитсодержащие скарны; 9 — скарны с магнетитом; 10 — магнетитовая руда

ская позиция ссайбелиитовой минерализации имеет место и на Саткинском месторождении.

В Копанско-Кусинском районе вблизи контактов титаносных основных интрузивов или в некотором удалении от них развиты магнезиальные скарны и кальцифиры, образование которых связывается с гранитным магматизмом. В кальцифирах, содержащих форстерит, шпинель, брусит, минералы группы гумита и флогопит, местами встречается лювигит (копи Ахматова, Николо-Максимилиановская, Прасковье-Евгеньевская). Лювигит приурочен к зоне контакта с дайкой основных пород и образует рассеянные лучистые сростки и шестоватые агрегаты. Местами он замещен ссайбелиитом.

В целом для борного оруденения Урала характерны следующие закономерности.

1. Пространственная и парагенетическая связь с гипабиссальными интрузиями среднего и щелочного составов, среди которых главное значение принадлежит диоритам, кварцевым диоритам, гранодиоритам, сиенит-диоритам, сиенитам. Концентрация борного оруденения наблюдается в удалении от крупных массивов этих интрузий, в участках развития их апофиз, либо в периферических частях интрузивов в связи с ксенолитами кровли.

2. Ассоциация борной минерализации с процессами скарнообразования, преимущественно известкового и в меньшей степени магнезиального. Борное оруденение формируется главным образом в пост-скарновый этап, накладываясь на скарны, скарноиды, кальцифиры и другие скарнированные породы. Наиболее широко распространен дацитолит, развитый в основном в зонах скарноидов. Реже борная минерализация локализуется в маложелезистых эндоскарнах

везувиан-пироксен-гранатового состава, в магнезиальных кальцифирах, а также в участках слабого скарнирования известняков.

3. Контроль размещения борного оруденения зонами небольших разломов и интенсивной трещиноватости пород. Благоприятны для локализации места пересечения тектонических нарушений. Более интенсивное проявление борной минерализации характерно для участков, находящихся в непосредственной близости к тектоническим нарушениям и насыщенных дайками жильных пород, комагматичных гранитоидов.

4. Пространственное и временное разобщение борпрооявлений с магнетитовыми и медными рудными залежами. Пространственно бороносные тела обычно удалены от таких рудных залежей, которые расположены ближе к магматическому источнику, а по времени боросиликаты и бораты более поздние образования относительно магнетитового и нередко сульфидного оруденения.

5. Парагенетически дацитолит ассоциирует с пренитом, кальцитом, кварцем, реже с флюоритом, апофиллитом, таумаситом, а бораты — с кальцитом, ангидритом, антигоритом, анкеритом, гипсом.

Сравнительный анализ закономерностей размещения и условий образования скарновых месторождений бора вне пределов Урала [2] свидетельствует о следующих геологических особенностях, характеризующих обстановки локализации высокопродуктивных концентраций боросиликатных руд в известковых скарнах:

расположение в пределах активных окраин континентов или зон их столкновения в областях

с мезозойской и кайнозойской континентальной корой;

приуроченность к сравнительно слабо эродированным складчатым структурам в областях мезо-кайнозойской складчатости;

формирование в условиях тектоно-магматической активизации мезозойских платформ и областей завершённой складчатости в альпийском тектогенезе;

локализация вблизи глубинных разломов в пределах тыловых зон окраинно-континентальных вулканических поясов или сочленений крупных тектонических структур;

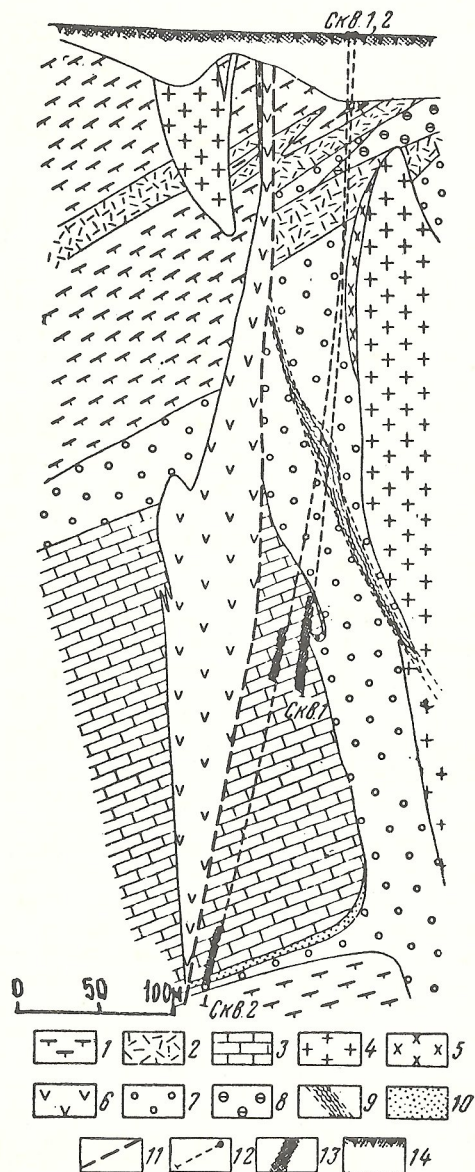


Рис. 4. Геологический разрез участка концентрации боратов на Новофроловском месторождении:

1 — порфириды и их туфы; 2 — туфопесчаники и туфосланцы; 3 — мраморизованные известняки; 4 — кварцевые диориты; 5 — околоскарновые породы (десилицированные и диопсидизированные кварцевые диориты); 6 — диабазовые порфириды; 7 — пироксен-гранатовые скарны; 8 — эпидиориты; 9 — зона сыпучих медных руд; 10 — песчаники; 11 — тектонические нарушения; 12 — скважины; 13 — зоны боратовой минерализации; 14 — наносы

парагенетическая связь месторождений с молодым (палеогеновым, неогеновым) магматизмом в виде формации малых интрузий калиево-щелочной серии — щелочных базальтоидов (шонкинитов, эссекситов, трахитов, трахиандезитов, трахипапитов) в сочетании с калиевыми гранитами или гранодиоритами;

небольшая глубина формирования бороносных скарнов в пределах гипабиссальной фации порядка 1,5—2 км;

значительная удаленность (1 км и более) бороносных известковых скарнов от активных гранитоидов при непосредственной близости к дайкам, штокам, лакколлитам и пород шонкинит-трахитовой серии.

В отличие от этого многочисленные известково-скарновые боропроявления Урала, Алтае-Саянской складчатой области, Джунгарии, Северо-Восточного Прибайкалья и ряда других территорий характеризуются иными закономерностями:

приуроченность к древним (каледонским, герцинским) сильно эродированным складчатым сооружениям;

формирование в предорогенную стадию развития эвгеосинклиналей;

парагенетическая связь с герцинскими (девон, карбон) гранитоидными дериватами базальтоидной магмы в виде малых гипабиссальных интрузий сиенитов, сиенит-диоритов, гранодиоритов, плагиогранитов, габбро-диоритов, относящихся к диорит-гранодиоритовой, габбро-сиенитовой и габбро-диорит-гранитовой формациям;

непосредственная пространственная близость бороносных скарнов и скарноидов с массивами указанных гранитоидов;

глубинное формирование бороносных скарнов (скарноидов) от 1,5 до 4,5 км.

Для разнопродуктивного борного оруденения в известковых скарнах и скарноидах сходны факторы геолого-структурный и литологический. Во всех случаях для проникновения бороносных флюидов от глубинных источников необходимо наличие разрывных нарушений, их пересечений, зон трещиноватости и дробления, что приводит к появлению участков повышенной проницаемости. Литологический фактор определяется наличием благоприятных для развития известковых скарнов толщ, пластов, линз известняков (мраморов) или слоистых известково-силикатных пород, в которых образуются мощные пачки известковых скарноидов.

Таким образом, для территории Урала не характерна высокопродуктивная скарново-борная концентрация, хотя при сочетании благоприятных условий не исключена возможность выявления борного оруденения, имеющего практическое значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агулов С.Н., Малинко С.В. О новом боропроявлении на Урале // Минеральное сырье. 1966. Вып. 14. С. 176—182.
2. Лисицын А.Е. Образование и размещение эндогенных месторождений бора // Отечественная геология. 1993. № 5. С. 40—43.
3. Лисицын А.Е., Малинко С.В. К вопросам генезиса эндогенной борной минерализации на Урале // Минеральное сырье. 1963. Вып. 8. С. 34—44.
4. Малинко С.В. Новые минералы бора — уралборит и пентагидроборит // Зап. Всес. минер. о-ва. 1961. Ч. 60. Вып. 6. С. 673—681.
5. Малинко С.В. Эндогенный ашарит в контактово-

- метасоматическом месторождении Урала // Бюл. ОНТИ Мингео. 1961. № 2(30). С. 12—13.
6. Малинко С.В. Новый борат кальция — коржинскит // Зап. Всес. минер. о-ва. 1963. Ч. 92. Вып. 5. С. 555—559.
 7. Малинко С.В., Лисицын А.Е. Новый минерал бора — нифонтовит // Докл. АН СССР. 1961. Т. 139. № 1. С. 188—190.
 8. Малинко С.В., Перцев Н.Н. Курчатовит ромбиче-

- ский и моноклинный (новые находки и данные) // Зап. Всесоюз. минер. о-ва. 1979. № 5. С. 595—500.
9. Петрова Е.С. Новый минерал кальцийборит // Геология горнохимического сырья. 1955. Вып. 2. С. 218—223.
 10. Петрова Е.С. Новый водный борат кальция — фроловит // Зап. Всес. минер. о-ва. 1957. Ч. 86. № 5. С. 622—625.

УДК 553.041:553.492.1

© В.М.Сорокин, 1996

Зарубежный опыт использования каолинитсодержащих бокситов

В.М.СОРОКИН (ВНИИзарубежгеология)

Сырьевая база алюминиевой промышленности России, как и всего СССР, долгое время была ориентирована на некачественное, по международным меркам, сырье с большим содержанием реакционноспособного SiO_2 в бокситах, содержащегося в основном в виде каолинита. Переработка такого сырья на глинозем производится неэкономичным спекательным методом.

В настоящее время сложилась тяжелая ситуация с бокситодобывающей промышленностью России, когда одни рудники с относительно хорошим качеством сырья из-за сложных горно-геологических условий прекращают добычу (СУБР, ЮУБР), а другие — Северо-Онежский бокситовый рудник (СОБР) — содержат большое количество каолинита в сырье [1]. Несмотря на значительные запасы бокситов в России нет перспектив на их использование в качестве сырья для производства глинозема (из-за большого содержания каолинита).

Вместе с тем СОБР и некоторые другие бокситовые месторождения России имеют неплохую перспективу на неглиноземное использование своего сырья, о чем свидетельствует опыт использования подобного сырья за рубежом.

Сырьевая база алюминиевой промышленности зарубежных стран за последние 15—20 лет существенно изменилась. Стали использоваться более высококачественные, технологические, малокремнистые латеритные бокситы, добываемые открытым способом. Развитые капиталистические страны, обладающие собственными запасами каолинитсодержащих бокситов (США), добываемых открытым способом или подземным (Франция), прекратили за последнее десятилетие их добычу для нужд алюминиевой промышленности [2, 3, 6].

Небольшие объемы добычи бокситов в указанных странах приходится за производство алюминатов, огнеупоров и абразивов (табл. 1).

Кроме бокситов (по требованиям зарубежной промышленности, содержание Al_2O_3 в сырье дол-

жно быть не менее 50 %, а SiO_2 не более 5—8 %) за рубежом в большом количестве используется промежуточное по составу между каолинами и бокситами алюмосиликатное сырье с тем или иным количеством глиноземных минералов — гиббсита, бёмита или диаспора. За рубежом подобное сырье именуется бокситовыми глинами, каолиновыми бокситами, флинтклем, барлеем, диаспором и т.д. В дальнейшем будем называть подобное сырье каолиновыми бокситами (табл. 2).

В России каолиновые бокситы используются пока только огнеупорной промышленностью и в очень небольших объемах — десятки тысяч тонн.

Как правило, каолиновые бокситы за рубежом добываются экономическим карьерным способом, а их первичная переработка (измельчение, сушка, обжиг, обогащение) производится недалеко от места добычи. Состав добытого и поставляемого на рынок сырья строго и жестко контролируется. Например, в США допускается отклонение от гарантированного состава сырья всего лишь в 1 % для Al_2O_3 и 0,1 % для Fe_2O_3 и TiO_2 [7].

В последние 10—15 лет каолиновые бокситы используемые в производстве химикатов и огнеупоров, часто подвергаются предварительному обогащению — удалению минералов железа и титана, обычно содержащихся в тонкокристаллической форме. При обогащении сырье предварительно измельчают до микронных частиц с последующим удалением железистых и титановых минералов методами высокоинтенсивной и сверхпроводниковой магнитной сепарации. Мощность подобных промышленных установок составляет от первых до 100 т/ч, а их стоимость близка к таковой обычных электромагнитных сепараторов [7]. Сырье потребителям доставляется как в общепринятой в мировой практике таре — мешках по 1 т, так и в мешках по 25 и 45 кг.

Стоимость каолиновых бокситов составляет в сырье 15—20 долл/т (ФОВ рудник), а в подготовленном (измельченном и кальцинированном) виде от

1. Добыча бокситов некоторыми странами

Страна	Химический состав бокситов, %		1960 г.	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1990 г.	1993 г.
	Al_2O_3	SiO_2							
США	40—62	13—15	2,0	2,1	1,8	1,6	0,7	0,5	0,1
Франция	50—60	1—4	2,0	3,1	2,6	1,9	1,5	0,5	0,1
Австралия	45—55	2—4	0,1	9,4	20,5	27,2	31,8	41,4	39,9

2. Добыча и экспорт каолиновых бокситов некоторыми зарубежными странами

Страна	Сорт сырья	Средний химический состав бокситов, % (на прокаленное вещество)			Добыча сырья, млн т	Экспорт сырья, млн т
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
США	Mulcoa-45	46,0	51,4	0,9	0,8	0,4
	Mulcoa-60	60,9	35,3	1,2		
	Mulcoa-70	70,9	24,1	1,4		
	Burley	54,6	38,7	1,7		
	Diaspore	70,1	20,7	1,1		
Китай	Flinclay	46,6	51,2	0,9	10	0,3
	Diaspore-50	52,8	43,4	1,4		
	Diaspore-60	63,5	32,4	1,5		
	Diaspore-70	72,3	22,6	1,4		
Израиль	—	42—63	10—16	1,4—1,8	0,05	0,02
Бразилия	—	50—78	10	2,4—2,6	0,1—0,2	0,1
Австралия	—	42—56	12—13	2,3—14	0,1—0,2	0,1
Малайзия	LP	57,0	10,5	3,2	0,1	0,1
	GB	56,0	13,4	2,8		

70 до 150 долл/т (СИФ порты Западной Европы).

Из изложенного следует, что безусловно перспективны для неглиноземного производства маложелезистые бокситовые месторождения Северной Онеги и Тихвина, в т.ч. и для экспорта сырья вследствие близости к морским портам потенциальных стран-потребителей Западной Европы, а также неглубоко залегающие месторождения Среднего, Южного Тимана и Сибири (табл. 3).

Подтверждается это данными исследований по оценке обогащения каолиновых бокситов Северной Онеги, проведенными в 1991—1993 гг. сотрудниками ВНИИЗарубежгеология, ВИМС и РНЦ института им. Курчатова. Предварительные результаты обогащения сырья на лабораторных установках сверхпроводниковой магнитной сепарации показали высокие результаты извлечения железа и титана. При первоначальном содержании Fe₂O₃ и TiO₂ в сырье 2—4 % в результате обогащения получен немагнитный продукт с выходом 75—88 % и содержанием Fe₂O₃ 0,9—3 % и TiO₂ 1,3—3 %. Данное обогащенное сырье вполне отвечает требованиям и сортам Mulcoa, Burley и Diaspore, используемым зарубежной огнеупорной промышленностью.

Перевод российского алюминиевого сырья в разряд перспективного огнеупорного и химического требует переоценки всей сырьевой базы, в т.ч.

доразведки известных месторождений, научных и технологических исследований. Запасы бокситовых месторождений для неглиноземного производства могут быть ограничены первыми миллионами тонн.

Ожидаемый рост промышленного производства в России, практическое отсутствие бокситового сырья в Западной Европе, на Ближнем Востоке и в большинстве стран СНГ делают весьма перспективными переоценку бокситовой сырьевой базы России для неглиноземного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аман Э.А. Перспективы и сравнительная геологическая эффективность переработки различных видов алюминиевого сырья в России // Минеральные ресурсы России. 1994. № 4. С. 24—28.
2. Сорокин В.М. Неметаллургическое использование бокситов // Минеральные ресурсы России. 1995. № 1. С. 13—16.
3. Бокситы. Минеральные ресурсы зарубежных стран. М.: ВНИИЗарубежгеология, 1971—1994 гг.
4. Кирпаль Г.Р. Промышленные типы месторождений бокситов и их геолого-экономическая оценка. — М.: Недра, 1977.
5. Кривцов А.И. Домезозойские бокситы СССР. — Л.: Недра, 1973.
6. World Mineral Statistics. 1994. Vol. 47. N 7.
7. Industrial Minerals. 1993, N 311; 1988, N 252; 1992, N 298; 1985, N 212; 1986, N 222—223; 1993, N 311; 1994, N 321.

3. Состав некоторых основных бокситовых месторождений России [4, 5]

Месторождение	Район	Химический состав бокситов, %			Минеральный состав	Степень осво- енности
		Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃		
Иксинское	Северо-Онеж- ский	49—53	17—19	7—14	Бёмит, каолинит, гётит	Разрабаты- вается
Тимшерское	Южный Тиман	40—64	12—31	5—15	Бёмит, каолинит, гётит	Не разраба- тывается
Вежаю-Ворык- винское	Средний Ти- ман	38—60	3—17	12—39	Бёмит, шамозит, каолинит, гётит	То же
Татарское	Центрально- Сибирский	37—39	7—9	30—32	Гиббсит, гематит, каолинит	«
Сулакшинское	То же	24—48	8—25	45—50	То же	«
Киргетейское	Приангарский	34—48	2—16	15—28	«	«
Чадобецкое	Чадобецкий	24—41	3—18	30—35	«	«
Явосемское	Тихвинский	32—68	2—30	1—31	Бёмит, каолинит, гётит	«
Деревское	«	34—51	6—20	6—24	То же	«

Минерагения камнесамоцветного сырья

В.П.ДРОЗДОВ (ВНИИзарубежгеология)

Изучение условий образования и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых имеет большое научное и практическое значение, поскольку дает возможность дифференцировать площади по степени их перспективности и с меньшими затратами выявлять и оценивать месторождения.

В 70—80-е годы на территории бывшего СССР проведен большой комплекс геологоразведочных работ на драгоценные и поделочные камни, что позволило выявить и оценить десятки месторождений, а также осуществить на многих из них добычные работы. В результате страна заняла достойное место в мире по многим видам самоцветов: алмазу, изумруду, нефриту, родониту, жадеиту, чароиту и др. Однако экономический кризис в геологии, раздробление площадей между субъектами РФ прервали процесс научного изучения закономерностей размещения месторождений самоцветов и создания научных методов поисков и оценки месторождений драгоценных и поделочных камней, что без сомнения отрицательно сказывается на открытии новых месторождений.

Автор надеется, что предлагаемая статья восполнит пробел и поможет открытию новых месторождений.

Месторождения камнесамоцветного сырья характеризуются разнообразием условий образова-

ния, приуроченностью к разным геологическим структурам и широким временным диапазоном происхождения. С современных позиций для прогнозно-поисковых работ необходима формационная классификация месторождений самоцветов. Однако недостаточная проработка этих вопросов, отсутствие во многих случаях для зарубежных месторождений карт геологических и рудных формаций вынуждают нас использовать генетическую классификацию.

С учетом зарубежных данных разработаны классификации камнесамоцветного сырья с использованием различных классификационных признаков (А.И.Гинзбург и др., 1979; В.П.Дроздов и др., 1979, 1984, 1986; Е.Я.Киевленко, 1980 и др.).

Для настоящей работы составлена классификация генетических типов самоцветов (табл. 1) по общепринятому для твердых полезных ископаемых принципу, разработанному академиком В.И.Смирновым. Классификация учитывает специфику рассматриваемого вида сырья.

Месторождения камнесамоцветного сырья разделены на три серии. В каждой выделены группы и классы месторождений. Такое построение позволяет не только легко ориентироваться в таблице, но и постоянно ее дополнять при получении новой информации по геологии и генезису месторождений. В последней колонке приведены примеры основных промышленных минералов, что дает воз-

1. Основные генетические типы месторождений камнесамоцветного сырья

Серия	Группа	Класс	Основные промышленные минералы
Эндогенная	Магматическая	Ксеногенно-магматический Раннемагматический Позднемагматический	Алмаз, пироп, хризолит Сапфир, циркон, хризолит, иризирующий лабрадор Обсидиан, санидин
	Пегматитовая	Хрусталеносный Редкометалльный	Кристаллы кварца, аквамарин, топаз, берилл, турмалин Амазонит, аквамарин, берилл, изумруд, турмалин, топаз, кунцит
		Слюдоносный	Иризирующие полевые шпаты, беломорит, розовый кварц
	Карбонатитовая	Магматический, метасоматический	Чароит, хризолит
	Скарновая	Известковых скарнов Магнезиальных скарнов	Гроссулярь, лазурит, родонит Шпинель, скаполит, лазурит, рубин, нефрит, данбурит
	Альбит-грейзеновая	Альбититовый Грейзеновый	Аквамарин, берилл, топаз Изумруд
	Гидротермально-метасоматическая	Вулканогенный Метасоматический Гидротермальный	Агат, аметист, опал Александрит, изумруд, жадеит, нефрит, рубин, хризолит Изумруд, аметист, хромдиопсид, демантоид
Экзогенная	Кор выветривания	Остаточный, инфильтрационный	Бирюза, хризопраз, опал, кахолонг, малахит
	Осадочная	Химический, биохимический	Оникс мраморный, гематит, янтарь, гагат
	Россыпная	Элювиальный Делювиальный Проллювиальный Аллювиальный Террасовый	Цветные камни, устойчивые к выветриванию
Метаморфогенная	Метаморфизованная	Регионально-метаморфизованный	Родонит, яшма, окаменелое дерево
		Контактово-метаморфизованный	Агальматолит
	Метаморфическая	—	Альмадин, сапфир, иризирующий ортоклаз

возможность выделить промышленно-генетические типы. Остановимся кратко на характеристике важнейших генетических групп.

Магматическая группа включает такой важный минерал, как алмаз, а также сопутствующие ему пироп и хризолит. К этой группе также отнесены акцессорные минералы эффузивов: сапфир, циркон и хризолит. Изучение современных базальтов Дальнего Востока и стран Юго-Восточной Азии показало, что этот тип приобретает все большее значение как новый источник ювелирного хризолита.

Пегматиты практически всех классов имеют исключительно большое значение для получения взаимообразного камнесамоцветного сырья (топаз, берилл, аквамарин, полихромные турмалины, иногда изумруд и др.), особенно редкометалльные пегматиты — источник комплекса полезных ископаемых, включая ювелирные камни.

Карбонатитовая группа месторождений чароита и хризолита, сравнительно выделенная недавно, приурочена к ультраосновным-ультращелочным интрузиям. Выделение их в эту группу достаточно обосновано, хотя и является дискуссионным. Генотипами могут служить месторождения Сиреневый камень (чароит) и Кугдинское (хризолит). За рубежом аналогов не выявлено.

Скарновая группа месторождений, особенно локализующихся в магнезиальных скарнах, приобретает все большее значение. Выявлены и изучены месторождения шпинели, рубина, скаполита, лазурита, нефрита и других камней как в России, так и за рубежом. Можно утверждать, что это одна из самых перспективных генетических групп, изучение которой позволит выявить новые виды сырья.

Альбито-грейзеновая группа играет вспомогательную роль в получении камнесамоцветного сырья, хотя и содержит берилл и топаз. Изучена группа недостаточно.

Гидротермально-метасоматическая группа месторождений имеет большое значение для самоцветов и других твердых полезных ископаемых. В вулканогенном классе известны месторождения аметиста, агата и др. В этой группе выделены гидротермальный и метасоматический классы, которые, возможно, следует рассматривать совместно. В данной группе известны месторождения изумруда, хромдиопсида, демантоида, жадеита, нефрита и др. Указанные месторождения формируются в обширном диапазоне геологических условий и широко распространены в мире.

Метаморфизованные месторождения возникли в ходе сегрегации минерального вещества при преобразовании пород в результате метаморфизма. В процессе регионального метаморфизма формировались месторождения родонита, яшмы и др. В результате перекристаллизации и перераспределения вещества при метаморфизме образовались месторождения граната, кианита и других минералов.

Коры выветривания и россыпи — важный источник камнесамоцветного сырья, где экзогенные процессы способствуют как возникновению новых минералов, так и концентрации устойчивых минералов в зоне выветривания. При образовании кор выветривания формируются остаточные и инфильтрационные месторождения бирюзы, малахита, опала, хризопраза, источником

которых могут явиться месторождения металлического сырья. Иногда, например, при образовании месторождений мраморного оникса, гематита основные компоненты этих минералов получают при разложении карбонатных и железистых пород поверхностными вадозными (реже грунтовыми) водами. При формировании некоторых минералов важны биохимические процессы, способствующие образованию месторождений янтаря и гагата.

При физическом выветривании горных пород, содержащих устойчивые от разрушения минералы, формируются россыпные месторождения многих ювелирных и ювелирно-поделочных камней, играющих большую роль в балансе запасов и добычи самоцветов: алмаз, рубин, сапфир, хризолит, агат, нефрит, группа халцедона и др. Известны как континентальные, так и прибрежно-морские россыпи. Велика доля россыпей как в запасах, так и в добыче камнесамоцветного сырья. Отметим, что россыпи и месторождения кор выветривания — наиболее экономически выгодные источники самоцветов.

Краткий анализ основных генетических типов камнесамоцветного сырья позволяет говорить о широком диапазоне условий формирования этих месторождений, достаточно полно описанных в литературе.

Анализ условий образования и закономерностей размещения камнесамоцветного сырья в России и зарубежных странах показывает, что важнейшими геологическими элементами, влияющими на них, являются геотектоническая позиция, режимы развития структур и вмещающая среда (геологическая формация).

В настоящее время среди структур континентов выделяют [7] три главных типа: 1) древние платформы (щиты, кратоны); 2) складчатые геосинклинальные пояса неогена; 3) структуры чехла молодых плит. Кроме того, многие исследователи выделяют вулканические пояса (Ж.И.Ицкисон, Ю.А.Косыгин, Н.А.Шило и др.), а также срединные массивы (А.Д.Щеглов, 1976). Нами срединные массивы рассматриваются в составе геосинклинально-складчатых поясов.

Остановимся кратко на характеристике указанных структур.

Древние платформы (щиты, кратоны) имеют фундамент, состоящий из раннедокембрийских кристаллических пород, и составляют ядро современных континентов [7]. Они образуют в структуре Земли два основных пояса: северный (лавразийский) и южный (гондванский). Северный пояс включает Северо-Американский, Восточно-Европейский и Сибирский кратоны; южный состоит из Южно-Американского, Африкано-Аравийского, Индостанского, Австралийского и Антарктического кратонов. Промежуточное положение занимает Китайский кратон, хотя по развитию он тяготеет к северному поясу.

Древние кратоны в пределах континентов разделены складчатыми поясами, сложенными мощными и сложно дислоцированными осадочно-вулканогенными толщами верхнего докембрия и фанерозоя со значительным проявлением регионального метаморфизма и гранитизации. Наличие офиолитовых комплексов указывает на то, что эти пояса в целом соответствуют древним океанам, и в их составе присутствует значитель-

ное количество глыб древней раннедокембрийской коры, срединных массивов и микроконтинентов, в той или иной форме переработанных процессами магматизма и метаморфизма. В чехле срединных массивов и на окраинах геосинклинальных поясов залегают слабометаморфизованные толщи миогеосинклинального типа, резко отличные от насыщенных вулканистами и офиолитами эвгеосинклинальных толщ.

Почти все геосинклинально-складчатые пояса заложены в среднем — позднем рифее. Главными среди них являются Тихоокеанский, Северо-Атлантический, Урало-Охотский (Урало-Монгольский), Средиземноморский и Арктический. Указанные геосинклинальные пояса имеют длительную историю развития; Северо-Атлантический, Арктический, Урало-Охотский закончили развитие в среднем или позднем палеозое, а Тихоокеанский и Средиземноморский продолжили геосинклинальное развитие в мезозое и кайнозое.

Как уже отмечалось, месторождения камнесамоцветного сырья формируются в разнообразной геологической обстановке, имея различное происхождение от собственно магматического до экзогенного.

При анализе закономерностей размещения отмечается геосинклинально-платформенное развитие земной коры, последовательность эндогенных режимов которого отражается в возникновении определенных геотектонических структур и формировании структурно-формационных комплексов сиалического, фемического или промежуточного сиалическо-фемического типов [4, 5, 6]. Как доказано многочисленными исследованиями, в геологической истории четко выделяются два главных периода рудообразования: архейско-раннепротерозойский и позднепротерозойско-фанерозойский. Первый определяет металлогению щитов, второй — металлогению платформенного чехла и подвижных поясов. Для всех щитов характерны сочетания нескольких типов структурно-формационных комплексов (СФК), включающих метаморфические и ультраметаморфические протогеосинклинальные образования СФК архея и раннего протерозоя, протоорогенные метаморфизованные и магматические СФК раннего, среднего и позднего протерозоя и сопровождающихся широким развитием пегматитов мусковитовой, редкометалльной и хрустальной формаций. Вместе с тем каждый из щитов имеет свои специфические особенности минерации, о чем будет сказано ниже. Исключительно большое значение для самоцветной минерализации имеет активизация щитов (Бразилия, Россия, Юго-Восточная Африка).

Минерация чехла платформ закономерно увязывается с собственно платформенным (плитным) периодом его развития. Группа СФК платформенных чехлов характеризуется преобладанием терригенных, терригенно-карбонатных, а также трапповой и осадочно-вулканогенных формаций. Для каждой стадии развития чехла характерна специфика осадконакопления, магматизма и связанных с ними месторождений. Например, с карбонатными формациями ранних стадий связано образование мелких месторождений мраморного оникса, с трапповой формацией Сибирской платформы — месторождений агата, кимберлитами — алмаза; пиропы и хризолита (Россия, Индия).

В условиях плитного режима магматизм, за исключением траппов, проявлен слабо и включает некоторые разновидности эффузивных формаций. С ними связаны мелкие месторождения и проявления халцедона и хризолита. Основное значение при платформенном развитии имеют экзогенные месторождения, включающие месторождения кор выветривания (бирюза, малахит, хризопраз, опал, кахолонг), осадочные (оникс мраморный, гематит-кровавик) и россыпи (горный хрусталь, ювелирные и ювелирно-поделочные камни).

Геосинклинально-складчатые пояса и системы — наиболее продуктивные структуры земной коры, с которыми связано формирование многих месторождений. Группа СФК объединяет геологические структуры позднего протерозоя и фанерозоя. Выделяются СФК: 1) срединных массивов и геантиклинальных поднятий, представленных в различной степени метаморфизованными рядами геологических формаций, принадлежащих к докембрийским выступам кристаллических образований или к более молодым складчатым комплексам; 2) геосинклинальных прогибов, представленных широким набором осадочно-вулканогенных и осадочных формаций в составе миогеосинклинальных и эвгеосинклинальных зон; 3) инверсионных поднятий, связанных преимущественно с системами разломов и проявленных в форме крупных батолитов и цепей интрузивных массивов. Кроме того, выделяются СФК орогенных и активизированных областей. С указанными структурами и СФК связано образование определенных групп месторождений камнесамоцветного сырья.

Данные по закономерностям размещения месторождений драгоценных и поделочных камней России [4, 6, 8], Бразилии, стран Южной Африки и Юго-Восточной Азии [6, 9, 10, 11] представлены в табл. 2. Они указывают на преимущественную локализацию месторождений камнесамоцветного сырья в пределах срединных массивов, антиклинорий, а также ограничивающих их зон глубинных разломов и сопряженных офиолитовых поясов. Заметим, что приуроченность самоцветной минерализации к положительным структурам разных порядков или разломам, их ограничивающим, — характерная особенность этих видов сырья. В отрицательных структурах месторождений самоцветов мало.

Важное значение при определении закономерностей размещения самоцветной минерализации имеет установление режимов развития геосинклинально-складчатых поясов. Как известно, выделяются следующие режимы: эвгеосинклинальный, миогеосинклинальный, орогенный и режим активизации, которым соответствуют определенные парагенезисы формаций. Не все из указанных режимов прямо влияют на образование месторождений самоцветного сырья, однако возникающие геологические формации нередко создают условия для образования камнесамоцветной минерализации.

Эвгеосинклинальный режим характеризуется высокой проницаемостью земной коры, максимальной контрастностью и большой амплитудой колебательных движений, что создает более благоприятные условия для интенсивного проявления мафитового и ультрамафитового магматизма

2. Основные закономерности размещения драгоценных и поделочных камней мира

Геолого-тектоническая позиция		Россия	Бразилия	Южная Африка (Танзания, Замбия, Зимбабве, ЮАР, Мозамбик, Мадагаскар)	Юго-восточная Азия (Мьянма, Тайланд, Камбоджа, Вьетнам, Лаос)
Региональные тектонические структуры	Платформы (щиты, кратоны)	Щиты	Щиты Восточно-и Центральнo-Бразильские	Кратоны	
	Геосинклинально-складчатые пояса Срединные массивы Вулканические пояса Платформенный чехол	Складчатые пояса Срединные массивы Вулканические пояса Платформенный чехол	Срединный массив Гояс Платформенный чехол	Складчатые пояса Платформенный чехол	Геосинклинально-складчатые пояса Срединные массивы Вулканические пояса
Рудолокализирующие тектонические структуры		Антиклизы щитов, антиклинории, глубинные разломы, офиолитовые пояса, зоны автономной активизации	Окраинные зоны щитов, внутрикратонные зеленокаменные пояса, зоны разломов, антиклинории	Окраинные зоны гранитогнейсовых куполов, геосинклинальные поднятия, зеленокаменные пояса в пределах кратонов, зоны смятия	Зоны тектоно-магматической активизации, зоны глубинных разломов, антиклинории
Рудовмещающие формации (комплексы пород)		Кимберлиты, гнейсы, кристаллические сланцы, грейзены, пегматиты, эффузивы, гипербазиты, песчано-глинистые отложения	Гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, карбонатные породы, песчано-глинистые отложения	Кимберлиты, гнейсы, кристаллические сланцы, пегматиты, карбонатные породы, гипербазиты, песчано-глинистые отложения	Метаморфические породы докембрия, гипербазиты, мезо-кайнозойские базальты, коры выветривания песчано-глинистые отложения
Генетические типы месторождений	Эндегенные	Магматический, пегматитовый, карбонатитовый, скарновый, альбит-грейзеновый, гидротермально-метасоматический	Пегматитовый, грейзеновый, гидротермальный	Магматический, пегматитовый, скарновый, гидротермальный	Магматический, пегматитовый, скарновый, гидротермально-метасоматический
	Экзогенные	Кор выветривания, россыпи	Кор выветривания, россыпи	Кор выветривания, россыпи	Кор выветривания, россыпи
	Метаморфические	Метаморфогенный		Метаморфогенный	Метаморфогенный
Основные виды камнесамоветного сырья, месторождения (страны, регионы)		Алмаз, Якутия, Урал Изумруд, Уральские копи Аметист, Ватиха, Хасаварка Чароит, Сиреневый камень Лазурит, Мало-Быстринское Нефрит, Оспинское Хромдиопсид, Инагли Жадеит, Бурсуское Январь, Приморское	Алмаз, Дамантинана Изумруд, Санта-Терезинья, Карна-иба, Итабиру Топаз, Теофилу-Отони, Ору, Прету Аквамарин, Фортале-за, Итагаусу Турмалин, Кру-зейро, Барра-ди-Салинас Берилл, Салинас, Баррейро Аметист, Виктор-ия де Конкиста, Мина де Кабедула Александрит, Малакачета	Алмаз, Мвадуи (Танзания), Премьер (ЮАР) Изумруд, Кафубу (Замбия), Сандавана (Зимбабве) Корунд, Умба (Танзания) Танзанит, (Мерелани (Танзания) Гранат, Умба (Танзания) Изумруд, топаз, берилл, Альту-Лигония (Мозамбик)	Рубин, сапфир, Могок (Мьянма), Чантхабури-Трат (Тайланд), Хатин-Паилин (Камбоджа), Хуейсай (Лаос) Жадеит, Таумау, Пагмау Шпинель, Могок, Ийбу (Мьянма) Циркон, Бокео (Камбоджа)

в парагенезисе с образованиями андезит-диоритового и плагиолипарит-плагиогранитного (до гранодиоритов) составов. Одной из основных особенностей пространственного размещения магматизма этого типа является постоянное совмещение альпинотипной интрузивной дунит-перидотитовой формации с вулканическими комплексами натриевых базальтов — офиолитовые ассоциации. Рассмотренные формации вмещают многие месторождения самоцветов магматического, карбонатитового, метасоматического и гидротермального типов.

Миеогеосинклинальный режим отличается зна-

чительно меньшим масштабом магматических формаций, формой их проявления (преимущественно дайковой и интрузивной), преобладанием пород мафического состава повышенной щелочности, большой мощностью осадочных отложений, слабой проницаемостью коры при контрастных вертикальных движениях. Следствием этого является исключительная бедность таких зон самоцветами.

Режим орогенного развития геосинклиналей и преобразования их в складчатые области характеризуется максимальным проявлением восходящих (растягивающих) движений, высокой про-

нищаемостью земной коры и широким проявлением сиалического магматизма. Нередко они совмещаются во времени и пространстве с отраженной или автономной активизацией, что способствует образованию обширного комплекса самоцветной минерализации пегматитовой, скарновой, альбит-грейзеновой и гидротермально-метасоматической групп.

С завершающими этапами развития подвижных областей связаны самоцветные образования гидротермальной и метаморфогенной групп с подчиненной ролью объектов магматогенного происхождения. Благоприятные режимы в данных областях существовали на стадии возникновения геосинклинальных поднятий, сопровождающейся довольно интенсивной складчатостью и региональным метаморфизмом.

Отметим исключительно важное значение для образования месторождений камнесамоцветного сырья тектоно-магматической активизации щитов, срединных массивов и геосинклинальных поднятий, имевшей место практически на всех этапах развития компонентов.

Региональные закономерности прослеживаются в пределах основных геотектонических структур рассматриваемых регионов. Однако своеобразие истории геологического развития различных регионов оказывает влияние на специфику минерализации в пределах отдельных кратонов, щитов, геосинклинально-складчатых поясов, систем и областей.

Как было отмечено, к основным тектоническим структурам земной коры относятся платформы, геосинклинально-складчатые пояса и системы, а также их составляющие, которые образуют самоцветные провинции щитов (Балтийская, Беломорская; Алдано-Становая, Анабарская и Якутская) и складчатых областей (Уральская, Алтае-Саянская, Байкальская, Верхояно-Чукотская, Сихотэ-Алинская, Монголо-Охотская и Анадыро-Камчатская). Нередко эти провинции комплексные [3, 8], т.е. вмещают другие полезные ископаемые. Ниже рассмотрим основные самоцветные провинции России.

Балтийская провинция — уникальная в России по коллекционным образованиям: астролит, синий корунд, цирконий, эвдолит и др., локализующимся в палеозойских структурно-формационных комплексах. Кроме того, в метаморфических формациях архея известны месторождения и проявления граната, розового корунда, а в пегматитах — беломорита, лунного камня и розового кварца. Щелочные комплексы богаты амазонитом, а терригенные формации Беломорья вмещают уникальные месторождения амethystовых щеток.

Для *Алдано-Становой* провинции важнейшее минерогеническое значение имеет семейство ультрамафических и мафических формаций с карбонатитами, связанными уникальными месторождениями чароита, хромдиопсида, а также хризолита. С группой габброидных формаций связаны месторождения иризирующего лабрадорита в анортозитовых массивах. По количеству запасов и качеству сырья они могут составить конкуренцию известным лабрадоритам Украины.

Анабарская провинция изучена пока еще недостаточно. Однако и сейчас можно говорить о

перспективах гнейсо-карбонатных формаций на корунд, шпинель и др.

Якутская провинция, расположенная в северо-восточной части Сибирской платформы, — главный алмазоносный регион страны [1]. В ее пределах известно более 800 кимберлитовых трубок, 150 из них содержат алмазы, в т.ч. 13 — с промышленными концентрациями. По уровню содержаний и запасов алмазов многие якутские месторождения (трубки Удачная, Мир, Айхал, Интернациональная, Юбилейная, россыпь Эбелях) находятся в первой десятке крупнейших месторождений мира. По масштабам алмазоносности Якутская провинция — крупнейшая в России, на ее долю приходится более 90 % запасов и более 95 % добычи алмазов.

Беломорская (или Архангельская) провинция расположена в северо-западной части Восточно-Европейской платформы. Степень ее изученности значительно уступает Якутской, однако уже сегодня можно высоко оценивать ее перспективы как по запасам, так и потенциальной добыче. Помимо указанных провинций в пределах Восточно-Европейской и Сибирской платформы выявлены кимберлитовые трубки и россыпи алмазов, которые в перспективе могут дать промышленные запасы [2].

Уральская провинция исторически являлась первым в России самоцветным регионом, где были открыты драгоценные камни: сначала россыпи алмазов, а затем находки изумрудов. И сегодня Уральская провинция не утратила промышленного значения. Грейзеновые образования (слюдиты) вмещают месторождения изумрудов и коллекционного рубина, а магнезиально-кальцитовые мраморы — проявления рубина и сапфира. С альпинотипной дунит-перидотитовой формацией зон глубинных разломов и офиолитовых поясов связаны месторождения и проявления нефрита, жадеита и демантоида. В гранитных пегматитах известны месторождения и проявления аквамарина, топаза, берилла, полихромного турмалина, а в гранитоидах и кристаллических сланцах — месторождения аметиста. Вулканогенно-осадочные формации вмещают месторождения уникального родонита и пестроцветных яшм. Зоны окисления медно-железорудных месторождений содержали промышленные скопления уникального уральского малахита, к сожалению, почти полностью отработанного. Нельзя не отметить наличие самоцветов кварца: раухтопаза, цитрина и уникальных образцов кварца-волосатика с рутилом.

В *Алтае-Саянской* провинции наибольшее значение имеют осадочно-вулканогенные формации, с которыми связаны месторождения и проявления яшм, родонита, гематита-кровавика. В альпинотипных гипербазитах Западных Саян выявлены месторождения и проявления жадеита и нефрита, а среди никеленосных кор выветривания Кузнецкого Алатау отмечались проявления хризопраза.

Байкальская провинция охватывает обширную область байкалит Прибайкалья, Патомского и Витимского нагорий, сложенных разнообразными формационными комплексами, в которых локализируются месторождения самоцветов. Альпинотипная дунит-гарцбургитовая формация вмещает месторождения нефрита в Джидинской

горной стране, а доломитизированные мраморы Витимской глыбы содержат месторождения апкарбонатного нефрита светло-медовых тонов. Гнейсо-карбонатные толщи протерозоя Прибайкаля содержат месторождения и проявления лазурита и шпинели. Редкометалльные пегматиты и грейзены вмещают месторождения и проявления аквамарина, топаза, полихромного турмалина.

Монголо-Охотская провинция — крайняя восточная часть Урало-Монгольского складчато-геосинклинального пояса. Минералогия самоцветов этой провинции характеризуется наличием родонита, синих яшм (ирнимита), локализуемых в спиллит-кератофир-кремнистой формации раннего палеозоя. Базальт-андезитовые формации — коренной источник образования россыпных месторождений сердолика.

На востоке России минералогия самоцветов связана с тектоническими структурами Тихоокеанского геосинклинально-складчатого пояса, включающего Верхоянско-Чукотскую, Сихотэ-Алинскую, Анадырско-Камчатскую и Сахалинскую провинции.

Верхоянско-Чукотская провинция расположена в северной части Тихоокеанского пояса и примыкает с востока к Сибирской платформе. Сложена она системой антиклинорий и срединных массивов, разделенных антиклинориями. Вулканогенные пояса послепалеозойского возраста вмещают месторождения и проявления агата, сердолика, цветного халцедона и разнообразных яшм. Альпинотипная дунит-гарцбургитовая формация вмещает месторождения и проявления демантоида,grossулярита, нефрита и жадеита; дацит-липаритовая формация Смоленского массива — месторождения аметиста с уникальными коллекционными образцами.

Сихотэ-Алинская провинция пока недостаточно изучена на камнесамоцветное сырье, поэтому минералогия ее можно определить ориентировочно. Так, сиалическая формация вмещает месторождения аметиста; мезо-кайнозойские базальты, аналогичные таковым в юго-восточной Азии, содержат корунды и хризолит, при разрушении которых образуются россыпи. Андезитовые формации вмещают проявления агата, халцедона, сердолика; вулканогенно-кремнистые формации содержат проявления родонита и окаменелого дерева.

Анадырско-Камчатская провинция включает три геосинклинальные области: Камчатскую, Алеутскую и Корякскую с разнообразными формациями вмещающих пород. В связи с этим метаморфические комплексы вмещают проявления родонита; вулканогенные андезитобазальтовые формации содержат значительное количество

агатовой минерализации, при размыве которой образуются пляжевые россыпи. В альпинотипных гипербазитах локализуются месторождения и проявления демантоида, жадеита и нефрита; современные вулканические конуса образуют потоки поделочного обсидиана, единственные в России скопления этого самоцвета.

Сахалинская провинция по истории развития близка к Сихотэ-Алинской, но более бедна самоцветной минерализацией. Наиболее существенны пляжные россыпи агата, образующиеся при размыве андезитобазальтов неогена. При размыве угленосных отложений формируются временные россыпи янтаря. Метаморфические формации антиклинория содержат проявления родонита.

Средиземноморский пояс только незначительной частью отмечается в России в пределах Северного Кавказа. Самоцветная минерализация здесь незначительна и представлена месторождениями и проявлениями яшм и халцедона в андезитобазальтовых комплексах, а также мраморно-го оникса в карбонатных отложениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваганов В.И., Варламов В.А. Алмазы России: минерально-сырьевая база, проблемы, перспективы // Минеральные ресурсы России. М. 1995. № 1. С. 8—12.
2. Гаранин В.К. Введение в минералогическое районирование алмазных месторождений. — М.: Изд-во МГУ, 1989.
3. Дроздов В.П. Минералогическое районирование территории СССР на цветные камни. — М.: Обзор ВИЭМС, 1990.
4. Дроздов В.П., Туринге А.П. Самоцветы СССР. Закономерности размещения. Новые открытия // Неметаллические полезные ископаемые. М., 1984. С. 140—144 (XXVII Международный геологический конгресс. Доклады. Т. 15).
5. Дроздов В.П., Комов И.Л., Воробьев В.И. Поиски и оценка месторождений пьезооптического и камнесамоцветного сырья. — М.: Недра, 1986.
6. Драгоценные и поделочные камни мира / В.П.Дроздов, Л.М.Депляньи, В.А.Калита, Е.И.Селиванов // Обзор. АОЗТ «Геоинформмарк», М., 1991. С. 59.
7. Основные черты тектоники континентов и океанов / Объяснительная записка к тектонической карте мира м-ба 1:25 000 000 / Под ред. В.Е.Хаина. М., 1980.
8. Прогнозирование, поиски и оценка месторождений пьезооптического и камнесамоцветного сырья. М., ВИЭМС, 1980 (Тез. док. к совещанию).
9. Franco Rui Ribeiro. Brazilian Gemstones. Earth Science Review, 17, 1981. P. 207—219.
10. Sliwa A.S., Nguluwe C.A. Geological setting of Zambian emerald deposits. Rep.Geol.Surv. Zambia, 1984. P. 213—228.
11. Malisa E., Muhongo S. Tectonic Setting of Gemstone mineralization in the Proterozoic Metamorphic Terrane of the Mozambique Belt in Tanzania. Precambrian research. 1990. P. 167—176.

Строение и рудоносность осадочного чехла поднятия Шатского

Л.Э.ЛЕВИН, А.В.РАЗВАЛЯЕВ, В.С.ЛАРЦЕВ (ВНИИзарубежгеология)

Строение, геодинамическая эволюция и потенциал рудоносности осадочного чехла поднятия Шатского, расположенного на северо-западе Тихого океана, находятся в тесной взаимосвязи между собой. Это обстоятельство, наряду с возможным высоким потенциалом рудоносности [1, 7] вызвало необходимость обобщения и переинтерпретации имеющихся геолого-геофизических материалов по району поднятия Шатского и его обрамления.

Данным вопросам были посвящены некоторые работы ученых России, США и Японии [3, 4, 8, 9, 22]. По результатам этих работ было известно, что поднятие Шатского состоит из трех крупных массивов — Южного, Центрального и Северного, ориентированных с юго-запада на северо-восток при общей протяженности до 1500 км. Поднятие характеризуется утолщенной океанской корой с особо повышенной мощностью слоя 3В, сложным

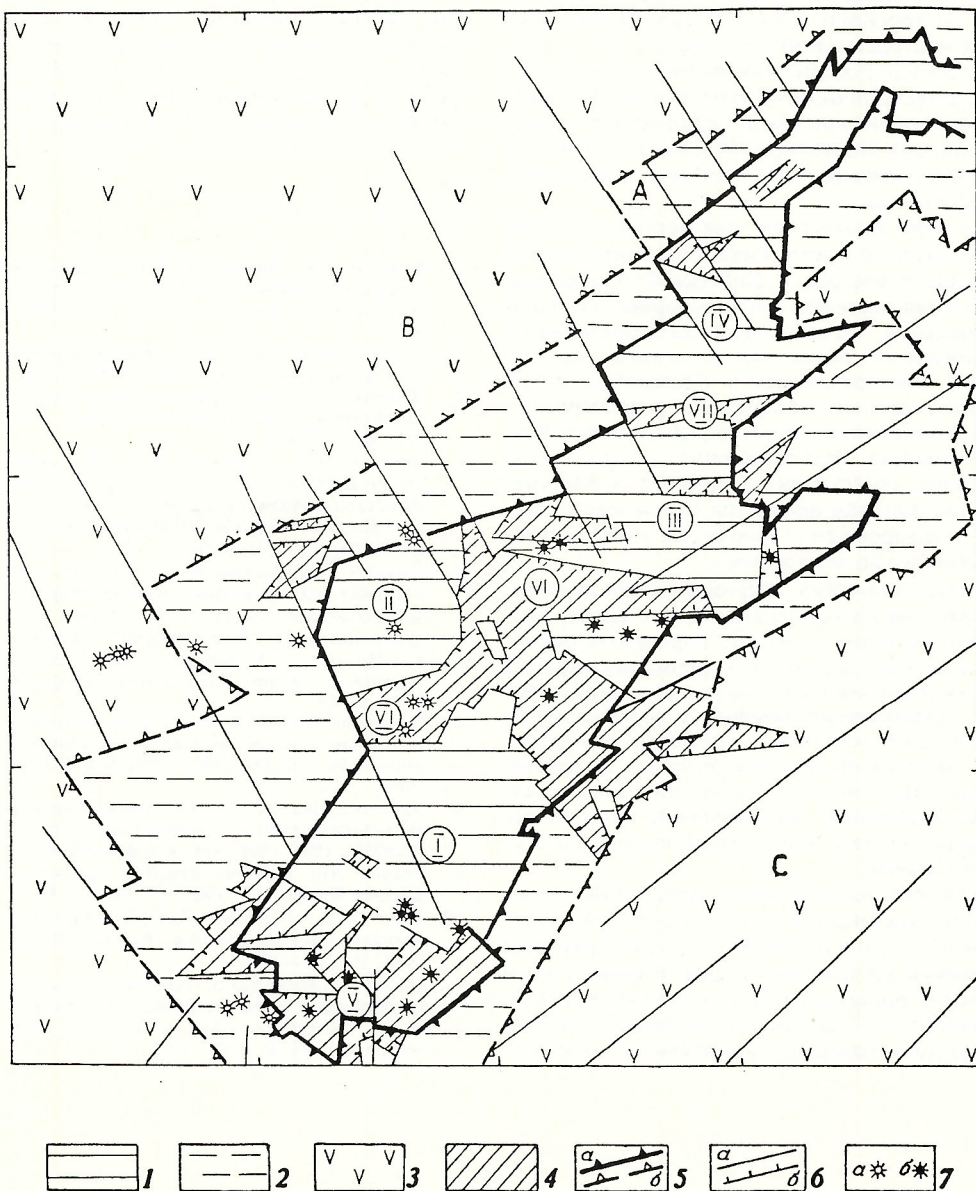


Рис. 1. Тектоническая схема поднятия Шатского:

I — крупные массивы (I — Южный, II — Центральный, III — Северный, IV — Северо-Восточный); 2 — переходная зона между поднятием Шатского и океанскими плитами; 3 — океанские плиты (А — Изанаги, В — Северо-Западная, С — Тихоокеанская); 4 — основные рифты (V — Южный, VI — Центральный, VII — Северный); 5 — тектонические эскарпы, ограничивающие поднятие Шатского (а) и отделяющие переходную зону от океанских плит (б); 6 — разломы трансформные (а) и на ограничении рифтов (б); 7 — вулканы, образованные толеитовыми (а) и щелочными (б) базальтами

рельефом акустического фундамента с чередованием относительно изометричных блоков и линейных грабенов, перекрытых на большей части площади осадочным чехлом позднелюрско-четвертичного возраста.

Строение и геодинамическая эволюция поднятия Шатского. Детализация строения поднятия Шатского, предпринятая в данном обобщении, выявила, что упомянутые выше массивы осложнены продольными и иногда поперечными грабенами и горстами относительно небольшой протяженности (от 30 до 80 км), наиболее крупный из которых расположен на юго-западном склоне массива Южный (рис. 1).

В пределах грабенов поверхность акустического фундамента находится на глубине до 5 км, т.е. амплитуда нисходящих движений достигает 2—3 км. Вулканические конусы развиты вдоль бортов и внутренней области грабенов. В последнем случае, как например в Центральном грабене, сформировались кольцевые вулканы, размерами в поперечнике до 35 км. По данным драгирований, устанавливается приповерхностная или субаэральная обстановка базальтовых излияний, а также замещение вверх по разрезу толеитов щелочными базальтами [8].

Это сложное сочетание массивов, грабенов и горстов отделено от океанских плит переходной зоной, также осложненной разломами и грабенами, преимущественно поперечными или косоориентированными по отношению к простиранию поднятия Шатского. Разломы во многих случаях представляют собой продолжения трансформных разломов гавайской и японской систем спрединга. Переходная зона от собственно поднятия Шатского и океанских плит отделена тектоническими эскарпами (по терминологии Ю.М.Пущаровского), ориентировка которых подчеркивает наличие сдвиговых перемещений блоков в процессе геологической истории. Сдвиги возможно аналогичны по природе смещениям блоков по разные стороны трансформных разломов. Горизонтальные перемещения сопровождались вертикальными движениями, поскольку амплитуда верхнего эскарпа достигает 1100 м. Нижний эскарп, отделяющий переходную зону от океанских плит, имеет значительно меньшую амплитуду и выделен по двум признакам: увеличению мощности коры и характеру нарушенности акустического фундамента.

Распределение теплового потока выяснено еще недостаточно. В первом приближении оно харак-

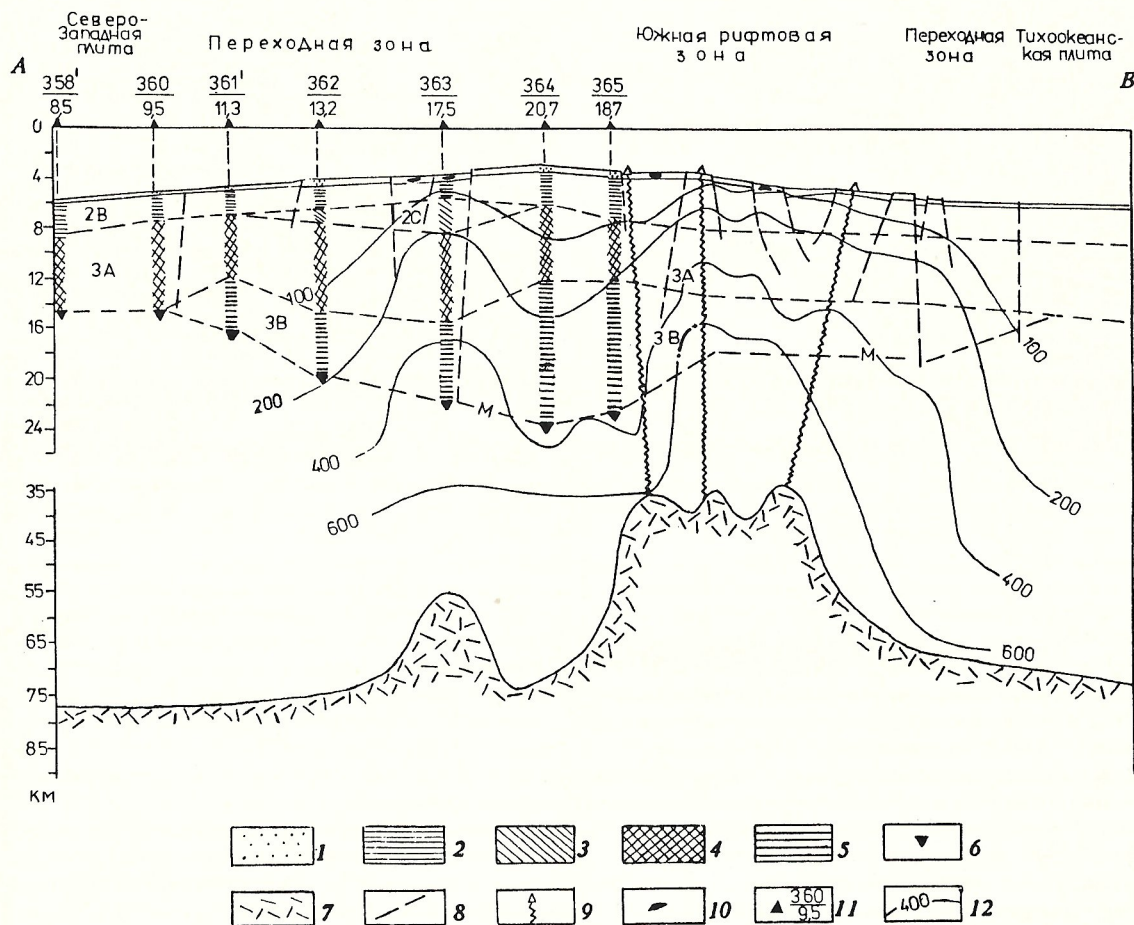
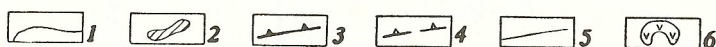
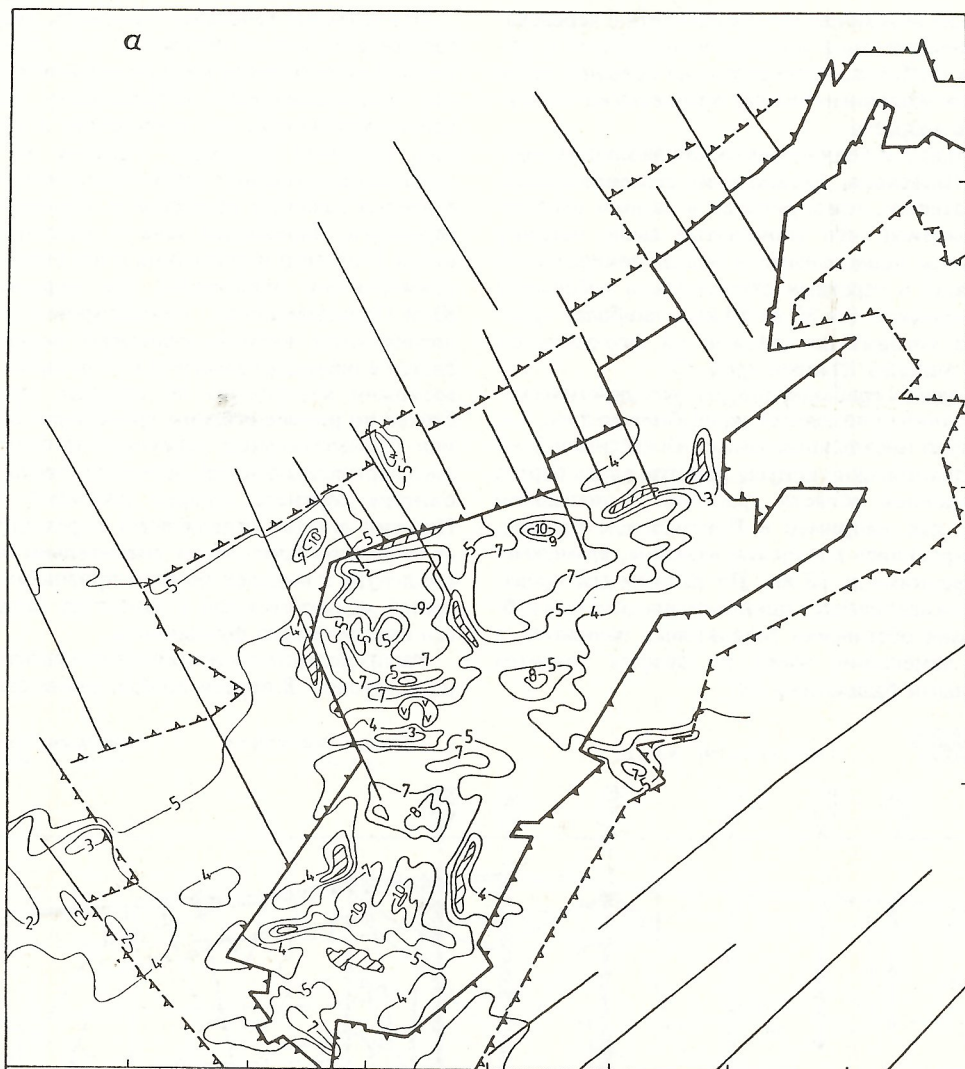


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез земной коры поднятия Шатского:

слои и горизонты океанской коры и их сейсмическая скорость (в км/с): 1 — осадочный чехол (1,6—2,8), 2 — 2B(4,9—5,5), 3 — 2C(5,6—5,8), 4 — 3A(6,7—7,1), 5 — 3B(7,3—7,8), 6 — кровля мантии (8—8,6); 7 — астеносфера; 8 — разломы; 9 — вулканы и магмоподводящие каналы; 10 — стратиформные рудные залежи; 11 — станции ГСЗ (в числителе — номер станции, в знаменателе — мощность коры, км); 12 — изотермы, °C



теризуется наличием субширотных ареалов повышенных (более 80 мВт/м^2) и относительно повышенных ($52\text{—}80 \text{ мВт/м}^2$) значений, совпадающих с таковыми Южного и Центрального грабенов. Между этими ареалами в пределах собственно массивов развиты изометричные области пониженного ($26\text{—}52 \text{ мВт/м}^2$) теплового потока [14, 15].

Данные о тепловом потоке, в свою очередь, послужили основанием для определения термического режима в коре и литосфере по стандартному уравнению связи между тепловым потоком и распределением температуры по глубине. Подошва литосферы ассоциировалась с температурой 1200°C , отвечающей в океанских областях рубежу солидуса базальтов. Мощность литосферы, как это следует из расчетов, изменяется от 40 км в грабенах до 90 км в пределах массивов. Соответственно амплитуда рельефа кровли астеносферы достигает 30—35 км. Диапазон глубин изотермы 600°C изменяется от 15 до 50 км, а изотермы 200°C от 7,5 до 25 км. При этом наименьшие глубины повсеместно приурочены к рифтам (рис. 2).

Повышенный тепловой поток, сокращение мощ-

ности литосферы, наличие вулканических конусов и тип излияний дают основание рассматривать грабены, осложняющие строение поднятия Шатского, в качестве рифтов. При этом наличие продольных и поперечных систем рифтов вызывает естественное предположение о двухстадийном проявлении здесь процесса растяжения.

Геодинамическая эволюция поднятия Шатского оказывается весьма сложной. Она включает как минимум три этапа. На самом раннем этапе, вероятно, в поздней юре — начале мела, в соответствии с механизмом внутриплитового тектогенеза [5] вдоль шовной зоны между двумя системами спрединга — японской и гавайской — преобладали напряжения сжатия. Они вызвали коробление литосферы с поднятием кровли океанской коры до уровня моря, подток вещества астеносферы к зоне океанской коры до уровня моря, подток вещества астеносферы к зоне коробления и, вероятно, серпентинизацию верхов мантии. На промежуточном позднемиловом — олигоценевом этапе продолжающийся апвеллинг астеносферы вызвал изменение знака напряжений на преобладающее растяжение с формированием продольных систем рифтов. Поз-

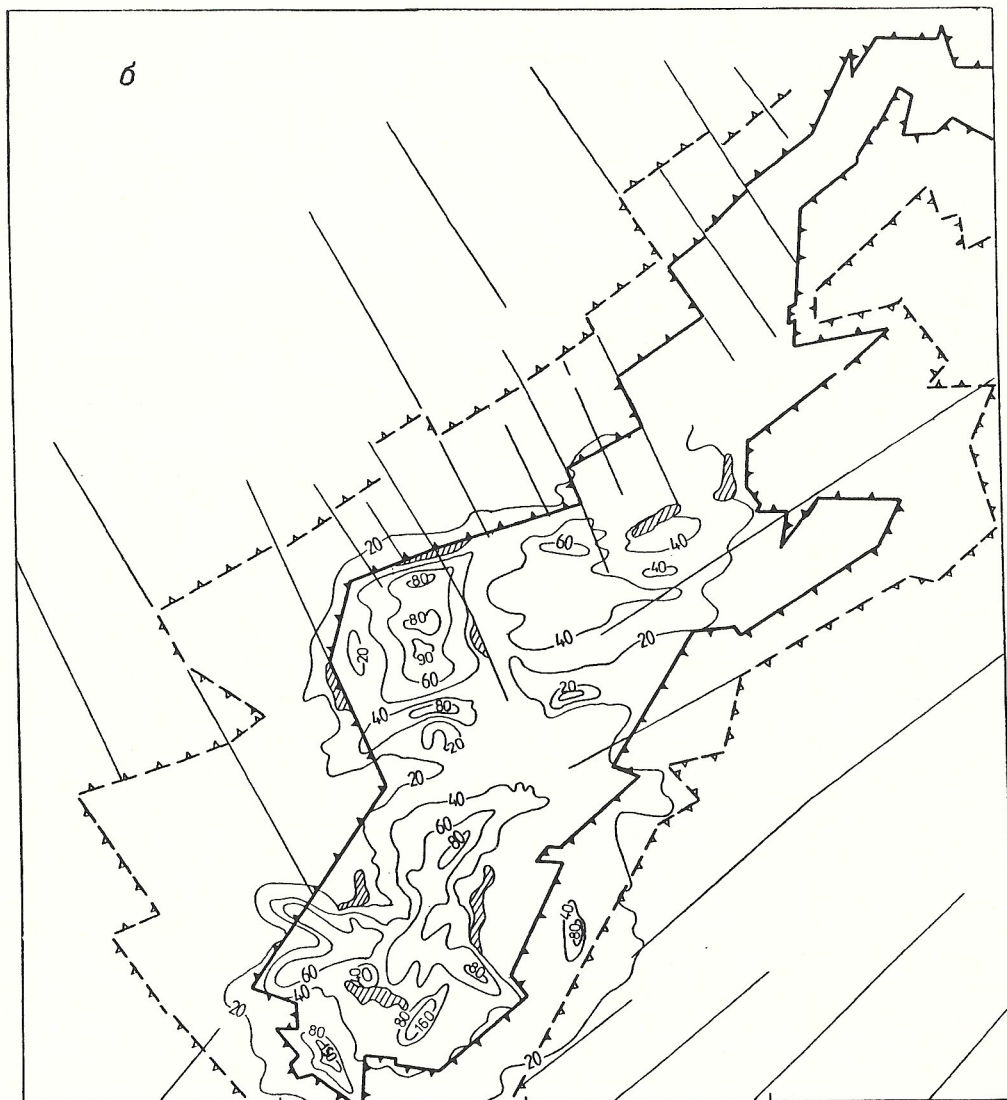


Рис. 3. Схема мощностей отложений осадочного чехла (а) и миоцен-голоценового комплекса (б):

1 — изопакиты ($n \cdot 10^2$ м — а, м — б); 2 — участки с отсутствием осадочного чехла; 3 — тектонические эскарпы, ограничивающие поднятие Шатского; 4 — разломы, отделяющие переходную зону от океанских плит; 5 — трансформные разломы; 6 — крупный кольцевой вулкан

дний, неоген-четвертичный этап, характеризовался апвеллингом астеносферы и повторным дискордантным растяжением коры. Однако на этом этапе апвеллинг представлял собой, по-видимому, лишь субширотную апофизу от крупного мантийного суперплюма, расположенного вдоль цепи вулканических хребтов Лайн, Гавайского и Императорского. Все это соответствует принципу нелинейной геодинамики [13].

Осадочный чехол. По данным НСП и глубоководного бурения (скв. 47, 48, 305, 306) в осадочном чехле поднятия Шатского выделены три сейсмостратиграфических комплекса: верхнемиоцен-голоценовый, сеноман-олигоценый и доверхнемеловой, титон-кимеридж ? — альбский [4]. Для осадочного чехла характерны пелагические и эвпелагические фации. Верхнемиоцен-голоценовый комплекс выделяется существенно карбонатным составом (нанноилы) с горизонтами цеолитовых глин и радиоляриевых илов. В сеноман-олигоцене наряду с фо-

раминиферовыми илами появляются прослои мела и кремней. Доверхнемеловой комплекс сложен мелом, известняками, порцелланитом с конкрециями и прослоями кремней.

Суммарная мощность осадочного чехла варьирует в широких пределах. Максимальных значений 1000—1100 м она достигает на Южном массиве. Общая закономерность распределения мощности — приуроченность их повышенных значений как к сводам массивов, так и к разделяющим их рифтам. Максимальные мощности (до 1000 м) и их резкие градиенты 75 м/км характерны для приразломных зон, таких как северный эскарп Центрального массива и др. Склоны массивов характеризуются мощностью осадков 500—600 м. Местами они лишены осадочного чехла либо за счет оползневых процессов, либо в результате стратиграфических перерывов [19]. В пределах Южного массива и отчасти Центрального осадочный чехол выполняет узкие линейные грабены широтного и северо-западного простираний (рис. 3, а).

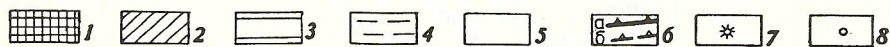
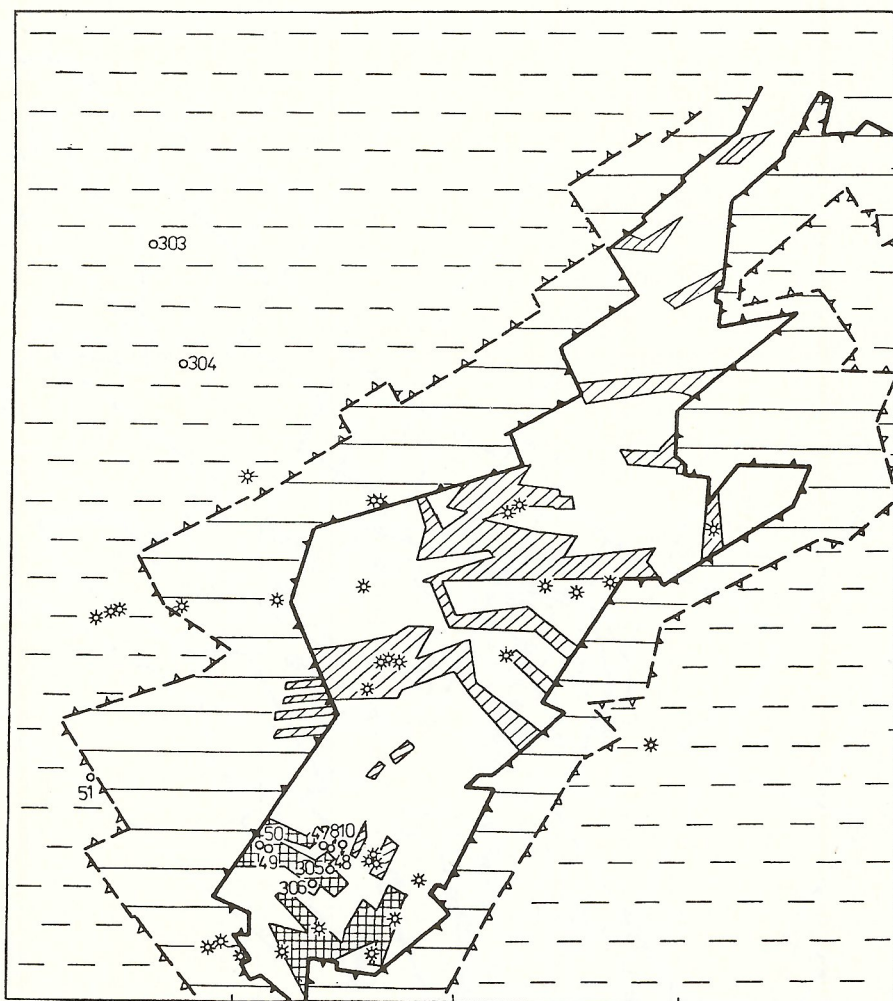


Рис. 4. Схема районирования поднятия Шатского по перспективам поисков стратиформных рудных залежей:

1 — наиболее перспективные с прогнозными ресурсами по категории P_1 ; 2 — потенциально перспективные районы с прогнозными ресурсами по категории P_2 ; 3 — предположительно перспективные районы с прогнозными ресурсами по категории P_3 ; 4 — районы прерывистого распространения оксидных руд без оценки ресурсов; 5 — бесперспективные или малоперспективные районы; 6 — тектонические эскарпы, ограничивающие поднятие Шатского (а), и разломы, отделяющие переходную зону от океанских плит (б); 7 — вулканы; 8 — скважины глубоководного бурения

В целом же для осадочного чехла поднятия Шатского намечается уменьшение мощности в северо-восточном направлении от 1180 м на Южном массиве до 900 м на Центральном и около 600 м на Северном. В этом же направлении происходит и снижение градиента мощностей, контрастности расчленения осадочного чехла. Эта особенность строения, по-видимому, лишь отчасти может быть объяснена большей степенью изученности Южного массива.

Для выяснения потенциала рудоносности осадочного чехла поднятия Шатского имеет важное значение и характеристика каждого из сеймо-стратиграфических комплексов. Верхнемиоцен-голоценовый комплекс развит повсеместно, включая океанские плиты. Он отличается следующими особенностями: существенно карбонатным (меловой нанноил) составом на сводах массивов, замещением на эвпелагические цеолито-

вые глины и радиоляриевые илы в нижней части склонов и, вероятно, в грабенах. Минерализация в форме ЖМК (скв. 49, 50, 306) данного комплекса приурочена к верхней части склона, где ассоциируется с кремнистыми осадками. Мощность комплекса изменяется от 10 до 80 м и на двух участках Южного массива достигает 150—160 м. Максимальные мощности приурочены к сводам массивов и рифтам (см. рис. 3, б).

Сеноман-олигоценый комплекс выделяется на профилях НСП между двумя поверхностями несогласий (комплекс Б [4]). Комплекс развит лишь на сводах массивов и выклинивается к их окраинам. Соответственно в разрезе он имеет линзовидную форму. Мощность его составляет 500 м на Южном массиве, 300 м на Центральном и порядка 200 м на Северном. Предполагается, что комплекс также присутствует и в разрезе Центрального грабена. Литологически он представлен карбонатными осад-

ками — нанноилами и нанномелом с горизонтами кремней.

Распределение мощности данного комплекса конформно структурному плану, поскольку характеризуется как северо-восточными, так и субширотными простираниями.

Доверхнемеловой кимеридж-альбский комплекс соответствует сейсмостратиграфическим комплексам В и Г [4] и изучен лишь в первом приближении. Литологически представлен кремнисто-карбонатной формацией (мел, известняки, кремни, порцелланиты). Особенность его распространения — обрамление ареалов повышенной мощности приподнятыми блоками, где отложения данного комплекса отсутствуют. Максимальные мощности более 600 м установлены в трех тектонических обстановках: на сводах массивов, в продольных и изредка поперечных рифтах, вдоль верхней части переходной зоны вблизи тектонического эскарпа.

Таким образом, строение осадочного чехла отражает существенные различия движения отдельных блоков поднятия Шатского на раннем, промежуточном и позднем этапах его эволюции. Основные особенности этого различия определяются повышенной скоростью карбонатной седиментации на массивах; в продольных рифтах преимущественно Южного массива на допоздне-меловом этапе; в поперечных рифтах на неоген-четвертичном этапе.

Потенциал рудоносности осадочного чехла. Признаки обогащения осадочного чехла поднятия Шатского рудными компонентами (Mn, Ni, Zn, Cu и др.) выявлены в скв. 47, 49—51, 306. В большинстве случаев они представлены рассеянными оксидами металлов, экономическое значение которых остается пока невыясненным. В трех скважинах (49, 59 и 306) верхнемиоцен-голоценовый комплекс, наряду с оксидами, содержит и железо-марганцевые конкреции (ЖМК). Мощность горизонта конкреций изменяется от 5 до 18 м, а его кровля совпадает с поверхностью морского дна. Последнее создает благоприятную обстановку для организации добычных работ в будущем.

Оценка ресурсов металлов в ЖМК весьма затруднена недостатком фактического материала как по содержанию ЖМК в осадочной толще, так и по содержанию в них отдельных металлов. По материалам глубоководного бурения [1] было выявлено, что среднее содержание ЖМК в горизонтах, связанных с олигоцен-неогеновым и плейстоцен-голоценовым комплексами, составляет около 5 % их объема. С другой стороны, для приведенных далее расчетов приняты средние содержания металлов в ЖМК Мирового океана (в %): Mn — 27, Cu — 1,2, Ni — 1,3 и Co — 0,22 [2].

Районирование поднятия Шатского по перспективам поисков стратиформных рудных залежей (рис. 4) было выполнено с учетом структурно-морфологической, тектонической, литологической и термической характеристик его строения. В качестве тектоно-магматических факторов, являющихся, по-видимому, определяющими для гидротермальной активности и рудообразования, учитывались следующие:

1) наличие повышенной, по сравнению с окружающими пространствами дна океана, раздробленности коры, выраженной в наличии молодых разломов, рифтов и горстов;

2) распределение ареалов повышенного теплового потока (более 80 мВт/м²) и пространственное положение зон резких градиентов температур 600, 400 и 200°C;

3) проявления молодого или даже современно-го вулканизма.

Перспективная в отношении рудоносности часть площади поднятия Шатского (рифтовые зоны, средние и нижние части склонов массивов, переходная зона к прилегающим котловинам) подразделена на отдельные районы по степени вероятности обнаружения стратиформных залежей. К наиболее перспективным с установленной бурением минерализацией отнесены отдельные рифты западного и южного склонов Южного массива. Подсчитанные для этих рифтов прогнозные ресурсы могут быть отнесены к категории Р₁ («возможные»).

Зоны рифтов, в первую очередь обе подзоны Центральной рифтовой зоны с их многочисленными разломами, вулканами, повышенным тепловым потоком и температурными градиентами, но где бурение отсутствовало и подтверждения минерализации нет, отнесены к потенциально перспективным, а ресурсы — к категории Р₂ («предполагаемые»). Переходная к котловинам зона отнесена к предположительно перспективным, а рудные ресурсы к самой низкой категории Р₃ («умозрительные»).

При подсчете ресурсов приняты минимальные значения мощности рудных горизонтов: для наиболее перспективных (I) и потенциально перспективных (II) районов — 10 м; предположительно перспективных (III) — 5 м.

При средней плотности ЖМК 2 г/см³ и влажности 40 % ресурсы сухого вещества составляют (в 10⁹ т): для района I (14 700 км²) — 6; II (77 900 км²) — 30; III (438 000 км²) — 90.

Ресурсы металлов в сухом веществе (в млн т) с учетом понижающего коэффициента 30 %, характеризующего полосчатое залегание конкреций в зоне Клария — Клиппертон составляют соответственно:

	Mn	Ni	Cu	Co
Район I	1600	80	70	10
Район II	8400	400	370	80
Район III	23800	1150	1100	180

Это подтверждает необходимость продолжения геолого-геофизических исследований и глубоководного бурения в пределах поднятия Шатского для оконтуривания участков постановки поисковых работ и дальнейшей организации добычи металлов.

В итоге обобщения геолого-геофизических материалов сделаны некоторые важные выводы о строении осадочного чехла, термическом режиме литосферы и потенциальной рудоносности поднятия Шатского.

1. Строение поднятия контролируется сочетанием относительно изометричных массивов с продольными и поперечными системами грабен-рифтов.

2. От океанских плит поднятие Шатского отделено переходной зоной, характеризующейся сдвиговыми смещениями блоков по продолжениям трансформных разломов и высокоамплитуд-

ными опусканиями вдоль верхнего тектонического эскарпа.

3. Термический режим характеризуется наличием температур в коре от 100 до 600°C и резких градиентов температур в зонах рифтов. Подобный режим обеспечивает благоприятную обстановку для выщелачивания металлов из пород океанской коры с последующей концентрацией в осадочном чехле при гидротермальной активности.

4. При дальнейших геолого-геофизических исследованиях в пределах Шатского необходимо выяснять плотности потенциальных ресурсов руд и, возможно, их запасы на отдельных участках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология и минералогия позднеюрско-четвертичного чехла в океанах и на континентах / Под ред. И.С.Грамберга, Е.Н.Исаева, Л.Э.Левина. — М.: ВНИИзарубежгеология, 1993.
2. Глумов И.Ф., Кузнецов К.М. Оценка перспектив промышленного освоения месторождений железомарганцевых конкреций // Сов. геология. 1990. № 12. С. 112—121.
3. Городницкий А.М., Шишкина Н.А. Природа глубинных слоев океанической коры в зонах асейсмичных поднятий // Тез. докл. II Международной школы по морской геол. М., 1995. Т. 2. С. 11.
4. Карп Б.Я., Прокудин В.Г. Строение осадочного слоя возвышенности Шатского по сейсмическим данным // Тихоокеанская геология. 1985. №3. С. 26—33.
5. Левин Л.Э. Перерывы в океанской седиментации и механизм внутриплитового тектогенеза // Докл. АН СССР. 1982. Т. 262. № 5. С. 1211—1214.
6. Левин Л.Э., Хаин В.Е. Типы литосферы континентов и океанов // Вестник МГУ. Сер. геол. 1987. № 3. С. 3—16.
7. Левин Л.Э., Мерклин Л.Р., Разваляев А.В. и др. Тектоника и рудоносность поднятия Шатского // Тез. докл. II Международной школы морской геол. М., 1994. С. 29.
8. Меланхолина Е.Н., Пушаровский Ю.М., Рудник Г.В. Океанические структуры и магматизм северо-западной Пацифики // Тез. докл. Международ. совещ. по геодинамике зап. части Тихого океана. Южно-Сахалинск, 1981. Вып. 2. С. 8.
9. Мерклин Л.Р., Непрочнов Ю.П., Ханкишиева Л.М. и др. Строение осадочной толщи и фундамента по данным НСП // Строение дна северо-запада Тихого океана. М., 1984. С. 55—89.
10. Непрочнов Ю.П. 21-й рейс нис «Дмитрий Менделеев» // Океанология. 1979. Т. 19. Вып. 3. С. 536—539.
11. Непрочнов Ю.П. 23-й рейс нис «Дмитрий Менделеев» // Океанология. 1980. Т. 20. Вып. 2. С. 360—362.
12. Пушаровский Ю.М., Меланхолина Е.Н. Тектоника северо-запада Тихого океана // Геотектоника. 1981. № 1. С. 5—18.
13. Пушаровский Ю.М. Тектоника Атлантики с элементами нелинейной геодинамики. — М.: Наука, 1994.
14. Строение дна северо-запада Тихого океана (геофизика, магматизм, тектоника) / Под ред. Ю.М.Пушаровского, Ю.П.Непрочнова. — М.: Наука, 1984.
15. Туезов И.К., Веселов О.В., Епашенков В.Д., Липина Е.Н. Геотермика запада Тихого океана // Тихоокеанская геология. 1982. № 3. С. 90—100.
16. Ханкишиева Л.М., Карагодин И.П. Осадочный покров и рельеф поверхности акустического фундамента области перехода от возвышенности Шатского к Императорским горам // Тихоокеанская геология. 1989. № 3. С. 103—107.
17. Den N., Ludwig W.J., Murauchi S. et al. Seismic refraction measurements in the North-West Pacific Basin. J. Geophys. Res., 1969. Vol. 74. N 6. P. 1421—1434.
18. Handschumacher D., Sager W., Hilde T., Bracey D. Pre-Cretaceous tectonic evolution of the Pacific plate and extension of the geomagnetic polarity reversal time scale with implications for the origin of the Jurassic «quiet zone». Tectonophysics, 1988. Vol. 155. P. 365—380.
19. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Washington (U.S.Govt. Printing Office), 1971. Vol. 6.
20. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Washington (U.S.Govt. Printing Office), 1975. Vol. 32.
21. Nakanishi M., Tamaki K., Kobayashi K. Mesozoic Magnetic Lineations and Seafloor Spreading History of the North-Western Pacific. J. Geophys. Res., 1989. N 94. N BII. P. 15437—15462.
22. Sharman G.F., Rigch D.L. Northwest Pacific tectonic evolution in the Middle Mesozoic. Tectonophysics, 1988. Vol. 155. P. 331—344.

Геохимия

УДК 550.42

© Коллектив авторов, 1996

Использование геохимической специализации вулканитов при прогнозе колчеданных месторождений*

А.Г.ЖАБИН, Ю.К.КУДРЯВЦЕВ, Е.И.ФИЛАТОВ, С.М.БЕСКИН (ИМГРЭ)

Ранее была широко распространена, например, положительная оценка рудоносности геологических формаций (ГФ), основанная на наличии в них средних надфоновых («повышенных») со-

держаний рудообразующих элементов. К настоящему времени такая оценка имеет исключений больше, чем подтверждений, т.е. она оказалась неэффективной. Все больше обнаруживается случаев рудоносности ГФ, когда в ней в целом или в ее частях, называемых нами продуктивными фациями, обнаруживается истощение по рудным элементам. В большинстве случаев геохимические критерии оценки потенциальной рудоносности ГФ представлены не какими-либо средневзвешенными содержаниями или отноше-

* В «Отечественной геологии» № 12 за 1995 г. и № 1 за 1996 г. опубликованы статьи А.Г.Жабина с соавторами, давшие новое определение геохимической специализации геологических формаций в связи с металлогенетическим прогнозом. В этой и последующей статьях приведены конкретные примеры представления и использования данных геохимической специализации.

1. Пропорциональное когерентное извлечение Zn и Cu из базальтов Уральской колчеданной провинции и сохранение этого отношения в рудных месторождениях

Породы и руды	Zn	Cu	Zn/Cu
Кларки мирового базальта, г/т (по Виноградову)	130	100	1,30
Поляковская силурийская чисто базальтовая свита, родоначальная, г/т	122	97,9	1,25
Отношение средних содержаний Zn и Cu в раннем (серноколчеданном) этапе рудообразования, %	0,284	0,224	1,27
Отношение запасов Zn и Cu в 50 южноуральских колчеданных месторождениях, %	—	—	1,23
Мировая выборка колчеданных месторождений, %:			
серноколчеданные руды первого этапа	0,280	0,240	1,17
в целом	3,06	1,82	1,68

ниями элементов в целом по всему телу ГФ, а сосредоточены именно в их продуктивных фациях, занимающих лишь часть, притом нередко весьма небольшую, общего объема ГФ как Системного Целого. Такое свойство геохимической информативности продуктивных фаций обусловлено прежде всего тем, что именно в них наиболее полно отражены геохимические следы рудоподготовительных процессов [4, 7].

Уральская колчеданная провинция. Ниже кратко разобран пример, основанный на подробно геологически, петрохимически и геохимически изученной Уральской цинково-медноколчеданной рудной провинции. Здесь базальтоидные вулканы слагают силуро-нижнекаменноугольный разрез из ряда вулканогенных ГФ, которые в разной степени дифференцированы с образованием кислых членов. Эти вулканогенные ГФ генерируют цинково-медное оруденение, являются источником рудных элементов и вмещают само оруденение, отлагаемое часто гидротермально-осадочным путем [1—3, 6, 8—12].

Данный пример относится к упомянутым выше положительным на оруденение оценкам ГС, обнаруживающим *источение по рудным элементам продуктивных фаций, при кларковом составе самих ГФ.*

Ранее нами [2, 3] изложена гипотеза метаматической сульфуризации в базальтовом глубинном бассейне на примере Уральской эвгеосинклинали. Эта гипотеза пояснила следующие принципиальные особенности вулканогенных колчеданосных провинций:

наиболее рудоносными (рудовмещающими) свитами являются в той или иной степени дифферен-

цированные в двух вариантах: последовательном (базальты → андезитобазальты → андезиты) или контрастном (базальты → андезиты → дациты → липариты);

85 % запасов Zn+Cu (37 месторождений из 50) сосредоточено в двух контрастно дифференцированных свитах, относящихся к двум этапам оруденения — силурийскому (баймак-бурибаевская) и девонскому (карамалыташская);

дифференцированные литотипы (андезитобазальт → андезит → дацит → липарит) прогрессивно истощаются по содержанию Zn и Cu; кислые литотипы синхронны рудоотложению и являются продуктивной фацией;

среднее отношение Zn/Cu в выборке из 50 южноуральских колчеданных месторождений практически идентично отношению кларков этих элементов в мировом базальте, а также ранней, родоначальной поляковской свите Уральской провинции;

экстракция Zn и Cu из вулканитов происходит когерентно.

Приведенная ниже оценка основана на геохимическом опробовании вулканогенных свит Южного Урала, проведенном В.С.Гладких и В.А.Соловьевым [1].

Поразительно точное сохранение кларковой пропорциональности содержаний цинка и меди в базальтах и колчеданных рудах показаны в табл. 1. Такое соотношение не случайно и является веским аргументом в пользу заключения о базальтоидном источнике рудных элементов. Извлечение, перенос и концентрирование Zn и Cu происходят когерентно.

Цинково-медная характеристика базальтовых

2. Кларки цинка и меди, региональные кларки (фермы) в базальтах последовательных свит (от древних к молодым) в Южно-Уральской эвгеосинклинальной провинции, г/т

Объекты	Zn	Cu	Zn/Cu	Zn + Cu
Кларки в земной коре:				
по Виноградову	83	47	1,76	130
по Тейлору	70	55	1,27	125
Кларк мирового базальта (по Виноградову)	130	100	1,30	230
Вулканогенные свиты Уральской провинции:				
поляковская (родоначальная, чисто базальтовая) S ₁ —S ₂ ld	122	97,9	1,25	219,9
баймак-бурибаевская (рудоносная) S ₂ —D ₁	116,7	96,7	1,21	213,4
ирендыкская D ₁ —D ₂ ef	127,7	118,7	1,08	246,4
карамалыташская (рудоносная) D ₂ ef	117,8	119,9	0,98	237,7
улутауская D ₂ gv	116,1	115,1	1,01	231,2
колтубанская D ₂ f	101,5	109,4	0,93	210,9
березовская C ₁ t ₃ -v ₁	81,9	122	0,67	203,9
кизильская (самая молодая и истощенная) C ₁ v ₂ -п	102	44	0,23	146

Примечание. По В.С.Гладких и В.А.Соловьеву [1], цинк, медь, кобальт и никель определялись атомно-абсорбционным методом: чувствительность $\cdot 10^{-4}$ %; Cu — 10; Zn — 5, контролировалась химическим методом. В остальных таблицах определения выполнены этими же методами.

3. Степень дифференциации базальтоидных вулканогенных свит и нахождение в них колчеданных месторождений

Свиты	Формационное деление		Число месторождений	Доля запасов Zn + Cu, %	Zn/Cu
	По В.С.Гладких, В.А.Соловьеву [1] и др.	По И.В.Серавскину [9]			
Поляковская	Недифференцированная (ранняя)	Б	Нет	—	—
Сакмарская	Слабо дифференцированная	—	4	5,8	1
Суундукская	«	—	4	2,1	0,72
Баймак-бурибаевская	Контрастно дифференцированная	Б-Р	19	29,9	0,53—1,72
Ирендыкская	Слабо дифференцированная	АБ	Нет	—	—
Карамалыташская	Контрастно дифференцированная	Б-Р	18	55,4	1,74—2,42
Улутауская	Последовательно дифференцированная	Б-А-Д-Р	Нет	—	—
Колтубанская	Слабо дифференцированная	Б-АБ	Нет	—	—
«Домбаровская»	Последовательно дифференцированная	—	5	6,8	0,5
Березовская	Осадки и контрастно дифференцированные базальтоиды	Б-Р	Нет	—	—
Кизильская	Слабо дифференцированная	—	Нет	—	—
Всего			50	100	1,23 (среднее)

Примечание. Б — базальтовая, недифференцированные толеиты, см. также работы [1, 6, 12]; Б-Р — базальт-риолитовая; АБ — андезитобазальтовая; Б-А-Д-Р — базальто-андезито-дацит-риолитовая (непрерывная); Б-АБ — базальт-андезитобазальтовая.

фракций всех свит провинции приведена в табл. 2. На ее основе сделаем следующие выводы.

1. Базальты самой ранней, чисто базальтовой, родоначальной (до рудогенерирования) поляковской свиты имеют практически идентичные средние региональные содержания (ферсмы) с кларками мирового толеитового базальта.

2. Базальтовые фракции самой молодой кизильской свиты в сравнении с базальтами поляковской свиты истощены по сумме Zn+Cu в 1,51 раза, а по меди — в 2,23 раза (при слабом уменьшении Zn). Они представляют, видимо, наиболее истощенный остаток силуро-девонского периода рудоотделения. Поэтому вывод А.И.Кривцова об «отсутствии значительных перераспределений рудообразующих элементов на ранних стадиях магматических процессов...» [6, с. 53] требует уточнения.

3. Базальты свит, следующих после каждой из двух рудоносных (силурийской баймак-бурибаевской, вмещающей 30 % рудных запасов, и девонской карамалыташской, вмещающей 55 % запасов), прогрессивно истощаются по сумме Zn+Cu; в кизильской меньше по сравнению с ирендыкской в 1,68 раза, а отношение Zn/Cu уменьшается: 1,08—0,98—1,01—0,93—0,67—0,23).

4. Цинково-медная характеристика базальтов поляковской родоначальной свиты и базальтов первой контрастно дифференцированной рудоносной баймак-бурибаевской свиты практически не различаются (силурийский этап рудообразования).

4. Истощение суммы металлов во все более кислых контрастных дифференциатах двух рудоносных свит Южного Урала, г/т

Рудоносные, контрастно дифференцированные свиты	Породы	Zn	Cu	Cu + Zn	Zn/Cu	(Zn+Cu)/Cu	Ni	Co
Баймак-бурибаевская (силур; 74 пробы; вмещает около 30 % запасов руд Южного Урала)	Базальты	116,7	96,7	213,4	1,17	2,21	48,1	43,7
	Андезитобазальты	77,8	67,2	140,5	1,16	2,16	37,8	22,8
	Андезиты	67,7	60,0	127,7	1,13	2,13	29,0	26,6
	Дациты	57,4	42,1	99,5	1,36	2,36	22,6	16,1
	Липариты	45,7	28,2	73,9	1,62	2,62	18,3	13,3
Карамалыташская (девон; 174 пробы; вмещает около 56 % запасов руд)	Базальты	117,8	119,9	237,7	0,98	1,98	51,7	37,8
	Андезитобазальты	118,8	82,7	200,7	1,44	2,44	44,1	24,3
	Андезиты	97,4	46,1	143,5	2,11	3,11	33,8	20,9
	Дациты	91,7	40,0	131,7	2,29	3,29	23,1	18,3
	Липариты	85,8	38,1	123,9	2,25	3,25	23,5	18,2

5. Лишь с последующего, второго этапа рудообразования, соответствующего контрастно дифференцированной рудоносной карамалыташской свите, Zn/Cu понижается и истощается сумма металлов.

Формационное деление базальтоидных свит Южного Урала и количество рудных концентраций, сосредоточенных в каждой из них, показано в табл. 3.

Геохимические характеристики двух основных контрастно дифференцированных рудоносных свит: баймак-бурибаевской и карамалыташской приведены в табл. 4. Анализируя эти данные, можно сделать следующие выводы.

1. Во все более кислых дифференциатах в ряду базальт → андезитобазальт → андезит → дацит → липарит уменьшается содержание цинка, меди, никеля и кобальта. Подобный качественный вывод сделан А.И.Кривцовым [6, с. 53]: «при переходе от основных к средним и кислым группам дифференциатов... имеет место падение содержаний всех рудообразующих элементов, кроме свинца».

2. За счет сравнительно более интенсивного истощения меди, изменяется и отношение Zn/Cu: в баймак-бурибаевской свите с 1,17 до 1,62, а в карамалыташской с 0,98 до 2,25.

3. В крайних членах дифференционного ряда (базальт/липарит) сумма металлов Zn и Cu также истощается: в баймак-бурибаевской свите в 2,9 раза, а в карамалыташской — в 1,9.

4. Эти изменения наглядно отражает увеличение отношения $(Zn+Cu)/Cu$.

5. Содержания остальных элементов (K, Zr, Li, Rb, Hg, Sc) не дают надежных индикаторов, позволяющих отличить недифференцированные (непродуктивные) и контрастно дифференцированные (продуктивные) вулканические свиты [1].

В табл. 5 на статистическом материале 50 колчеданных месторождений Южного Урала показано, что наиболее универсальным петрологическим критерием на оруденение является степень дифференциации вулканогенных базальтоидных свит.

Упомянутая в начале статьи гипотеза метаматической сульфуризации как основная геохимическая причина колчеданного рудообразования, кратко формулируется следующим образом [2, 3]. Понятие о метаматических процессах введено Д.С.Коржинским [5]. Место протекания метаматической сульфуризации — между слоями Мохо и Конрада, в зоне существования выплавленных базальтов, в створе глубинных геосинклинальных рифтов. Основной *геохимический агент*, изменяющий ход выплавки базальтов их мантийного ультраосновного базальта и его стандартную дифференциацию, — сквозномантийный *сероуглеродно-щелочной* флюидный поток. Его проявление — фациальное выражение общего планетарного процесса дегазации мантии. Основной геохимический механизм — *сульфуризация*, т.е. взаимодействие серы с железом, медью, цинком и другими металлами в базальтовых расплавах, в т.ч. сульфидизация железосодержащих силикатов с высвобождением кремнезема и общей *дебазификацией*. Основные продукты: нормальные выплавленные базальты (до внедрения метаматического сероуглеродно-щелочного потока), их обычные кристаллизационные дифференциаты (андезитобазальты), а также аномально высокие количества кислых «дифференциатов» и сульфидоносный (рудonoсный) флюидный поток, транспортирующий вверх по общим магматическим каналам железо, магний, полиметаллы, щелочи, углекислоту, хлор. В итоге последовательность фиксации продуктов в верхних ярусах земной коры и на ее поверхности (на дне моря) такова: толеитовый нерасщепленный базальт (поляковская свита) → последовательно дифференцированные (андезитобазальтовые) свиты → контрастно дифференцированные (липаритобазальтовые) свиты + сингенетические руды → истощенные по сумме металлов свиты (например, кизильская) → регио-

нальные метаморфиты и метасоматиты (спилиты, пропилиты, пренит-пумпеллиитовые, эпидитовые, хлоритовые и серицитовые породы).

В итоге реализуется следующий принципиальный баланс вещества: толеитовый нерасщепленный субстрат (базальты поляковской родоначальной свиты) = спилиты («базальт» + натрий + углекислота) + дациты, липариты, альбитофирры, истощенные по сумме рудных металлов + метаморфиты региональные (калий, натрий, кальций, углекислота, сера — региональная вкрапленность пирита) + массивные высококонцентрированные сульфидные руды и окорудные ореолы (мантийная сера и экстрагированные из «базальта» и его дифференциатов железо, медь, свинец и другие элементы) + силицит-вулканогенные марганецсодержащие яшмы и осадочные кремнистые сланцы (фтаниты) как отработанные «остатки» огромных по масштабу метаматических флюидных потоков, в верхних ярусах превращающихся в привычные нам рудоносные гидротермы.

- Из сказанного сделаем следующие выводы.
1. Первичные базальтовые вулканы не отличаются повышенными, надфоновыми содержаниями рудоформирующих элементов (поляковская свита на Урале, см. табл. 1, 2). Прецизионные определения циркония, лития, рубидия, скандия и рутиты, а также калий-натриевые, калий-рубидиевые отношения на Урале не обнаружили индикаторных свойств, позволяющих прогнозировать рудоносность (первичные данные в работе [1]).
 2. Нерасщепленные, недифференцированные базальтовые свиты, отражающие стадии, этапы глубинного магматизма, чаще генерируют оруденение серноколчеданного типа, убого-медное, Кипрского типа, т.е. соответствующее первому этапу Уральского колчеданного оруденения [8] (см. табл. 1).
 3. И.Б.Серавкин [9] отмечал, что на Урале блоки с повышенной мощностью гранулит-базальтового слоя обладают более полно развитыми рядами вулканогенных и широким спектром колчеданных рудных формаций при повышенной медной специализации, а блоки с меньшей мощностью — полиметаллической специализацией. По нашим данным, отношение запасов Zn/Cu в рудах определяется, видимо, именно типом блока земной коры — фемического или сиалического, на котором формируются соответствующие свиты и через которые фильтруются рудоносные флюиды (см. табл. 3).

4. В провинциях с проявленной дифференци-

5. Распределение $Zn-Cu$ месторождений Южного Урала по типам вулканогенных свит и их геолого-тектоническому положению*

Тип свит	Число месторождений	Доля запасов, %	Zn/Cu	Pb/Cu
По степени дифференциации:				
не дифференцированные	6	3,9	0,58	0,04
непрерывно дифференцированные	13	49,8	0,88	0,05
контрастно дифференцированные	31	46,4	1,64	0,07
По положению в Магнитогорском мегасинклинии:				
западный борт	20	29,7	0,54	0,03
восточный борт	9	8,9	0,35	0,05
осевые зоны	10	53,2	2,15	0,06
неопределенное положение	11	—	—	—
Всего по Южному Уралу	50	100	1,23	0,06

* При запасах Cu , принятых за 1.

6. Геохимические особенности вулканитов контрастной базальт-риолитовой формации Рудного Алтая, г/т

Суб-формация	Породы	Рудное поле	K ₂ O/Na ₂ O		Rb		Sr		Cr		Ni		Co		La/Yb		Eu		ΣCe/ΣY		KK				Отношение KK Pb:Zn:Cu в породах вулканических формаций
			I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	I	2	Pb	Zn	Cu		
На-трие-вая	I	Орлов-ское	0,33	17	210	55	38	32,5	0,85	11,2	1,02	8,65	0,81	1	0,73										
		Камы-шен-ское	0,39	14,7	266	285	86	38,8	0,45	4,6	0,61	10,46	1,12	0,96	0,98										
		Верху-бин-ское	0,31	15,1	295	215	70	41	0,58	2,3	0,97	6,23	0,78	0,72	0,71										
																									1:1:0,9
Про-ме-жу-точ-ная	II	Орлов-ское	0,92	39	43	13	6	3,5	0,58	4,9	0,5	11,07	0,73	1,05	1,48										
		Камы-шен-ское	0,51	19,5	101,3	11,8	10	6,11	0,36	6,7	1,12	13,94	0,79	1,25	0,67										
		Верху-бин-ское	0,63	21,3	78,8	11,6	10	4,08	0,41	3,9	1,05	9,83	0,91	0,77	0,63										
																									1:1,3:1,2
Кали-евая	I	Корба-хин-ское	1,28	60,5	101	140	45	35,5	0,79	3,4	0,9	8,8	0,5	0,42	1,13										
		Корба-лихин-ское	1,99	57,8	107,3	18,4	5,8	3	0,52	5,7	0,99	13,85	0,69	0,70	0,71										
		Змеи-ногор-ское	0,18	21	120	5	5	28	5,6	5,9	1,3	12,17	0,5	1,35	0,05										
		Черепанов-ское	2,66	130	83	6	5	30	6	6,2	1,6	15,69	1,25	2	0,28										
	II	Змеи-ногор-ское	2,77	64,7	77	13,5	5,5	4,4	0,80	6	1,03	14,38	0,6	0,98	0,79										
		Черепанов-ское	3,13	77,9	72,8	11	5,5	3,8	0,58	8,4	0,82	17,73	0,52	1,25	1,04										
																									1:2:1,6

Примечание: I – базальты, II – риолиты; I – рудное поле; 2 – субформация. KK – кларк концентрации = содержание/кларк породный; KK < 1 – «истощение» по соответствующему элементу. Для промежуточной субформации содержание $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в базальтах Корбахинского рудного поля составляет 0,70645–0,70759 г/т как в рудном поле, так и в субформации, а в риолитах Корбахинского поля – 0,70609–0,70702 соответственно. Для калиевой субформации Змеиногорского рудного поля содержание $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в базальтах – 0,70630, а в риолитах – 0,70684 г/т.

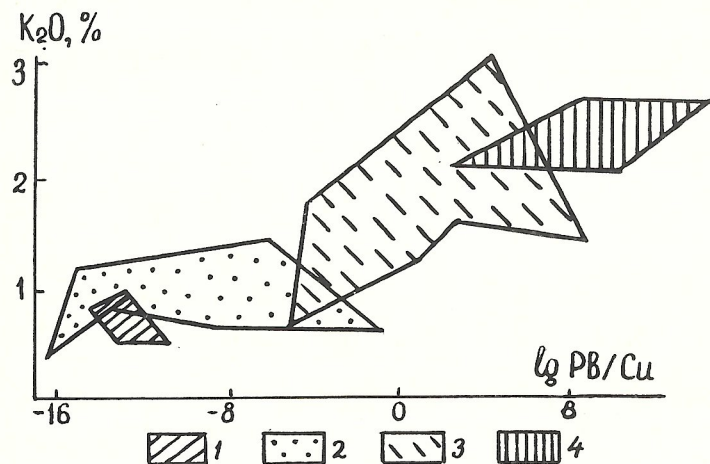


Рис. 1. Зависимость отношений Pb и Cu в колчеданных рудах от содержания К в кремнекислых породах продуктивной формации:

типы рудных районов: 1 — кипрский, 2 — уральский, 3 — куроко, 4 — алтайский

ацией, в зависимости от степени ее проявления прогноз благоприятен на колчеданное оруденение двух разновидностей: уральская Zn+Cu; алтайская Zn+Cu+Pb (максимальная дифференциация).

5. Степень дифференциации базальтоидных свит коррелируется с числом вмещаемых месторождений и долей их общих запасов (см. табл. 3—5) [9].

6. Осевые зоны структурно-формационных зон более перспективных на большую долю запасов металлов (см. табл. 5).

7. Внутри стратиграфических разрезов дифференцированных свит оруденение, преимущественно гидротермально-осадочное, синхронное с самими вулканитами, приурочено к продуктивным фациям, где сосредоточено особенно большое количество кислых дифференциатов: дацитов, липаритов, альбитофиров. Продуктивные фации представлены как пачками лавовых, брек-

чиевых и туфовых пород, так и вулканами центрального типа.

8. Диагностические геохимические признаки таких рудовмещающих продуктивных фаций в рудоносных, контрастно дифференцированных баймак-бурибаевской и карамалыташской свитах заключены в нарастающем истощении рудными элементами последовательных дифференциатов (базальт → андезитобазальт → андезит → дацит → липарит) и изменении отношения Zn/Cu (см. табл. 4, 5).

9. Базальтовые члены всех последовательно формирующихся свит эвгеосинклинали также обнаруживают нарастающее истощение по сумме металлов. На Урале в базальтах самой молодой кизильской свиты в сравнении с ранней, родоначальной поляковской Zn+Cu уменьшается в 1,51 раза, меди — в 2,23 раза (см. табл. 3).

Таким образом, положительное геохимическое заключение первого ранга на рудоносность эвгеосинклинальных базальтоидных вулканитов основано на степени их дифференциации вплоть до дацито-риолитов и признаках истощения рудных металлов в продуктивных фациях.

Рудно-Алтайская колчеданная провинция. Островные дуги и окраинные моря характеризуются геохимической и металлогенической специализацией и зональностью, которые в ходе геологической истории осложняются реювенационными, коллизийными и внутриплитными рифтогенными процессами рудогенеза и регенерации рудного вещества. Зональность островных дуг определяется латерально-вертикальной зональностью по отношению к оси междугеового спрединга ранних базальтоидных и риолитоидных островодужных комплексов, с которыми ассоциируют соответственно колчеданные медно-цинковые, свинцово-медно-цинковые и медно-свинцово-цинковые месторождения уральского куроко и рудноалтайского типов [10, 11].

Эффективность использования геохимической специализации островодужной вулканогенной формации проиллюстрируем на примере эталонной для металлогенических зон рудноалтайского типа базальт-риолитовой формации Рудного Алтая.

Полиметаллически-колчеданные месторождения здесь приурочены только к ореолам развития этой формации и не выходят за ее пределы как по латерали, так и по вертикали. В отличие от Ураль-

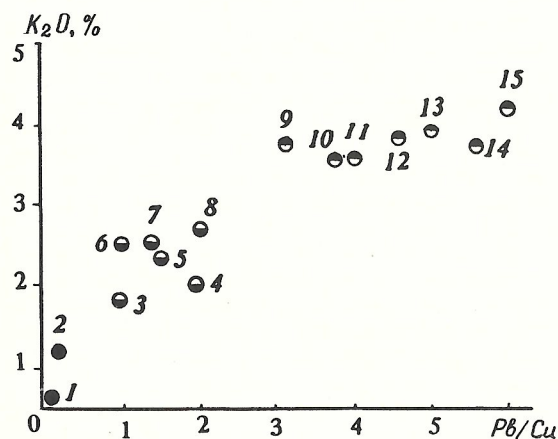


Рис. 2. Зависимость содержаний K_2O в рудовмещающих вулканитах и соотношений Pb и Cu в рудах некоторых колчеданных месторождений Рудного Алтая:

Pb—Cu—Zn месторождения: 1 — Николаевское, 2 — Орловское; Cu—Pb—Zn месторождения: 3 — Золотушинское, 4 — Ново-Шемонаихинское, 5 — Корбаллохо, 6 — Лазурское, 7 — Белоусовское, 8 — Тишинское; Pb—Zn месторождения: 9 — Степное, 10 — Стрижковское, 11 — Риддер-Сокольное, 12 — Среднее, 13 — Змеиногорское, 14 — Зыряновское, 15 — Семеновское

7. Соотношение средних содержаний металлов и из запасов в рудных месторождениях Рудно-Алтайской провинции

Формация	Месторождения	Содержание, %			Zn/Cu	Отношение запасов металлов		
		Pb	Zn	Cu		Pb	Zn	Cu
Натриевая, 0,34—0,69	Орловское Камышенское Верхубинское	1	3	4,2	0,71	1	4	5
		0,2	0,6	2,3	0,26	1	3	10
		—	1,19	1,48	0,80	—	—	—
Промежуточная, 1,28—1,99	Карбалихинское	1,5	6	0,9	6,67	1	4,3	0,9
Калиевая, 1,42—3,13	Змеиногорское Черепановское	1,2	1,8	1,2	1,50	1	2	0,2
		0,97	1,66	0,07	23,7	—	—	—

ской колчеданной провинции, где рассмотрена эволюция вулканизма от силура до карбона в 11 свитах, в Алтайской провинции исследовались латеральные фации одного возраста (D1).

Соотношения щелочей в рудовмещающих риолитах отражают естественный распад формации на три субформации — натриевую ($K_2O/Na_2O < 1$), промежуточную ($K_2O/Na_2O \approx 1..2$) и калиевую ($K_2O/Na_2O > 2$). Аналогичная тенденция в соотношении щелочей от натриевой субформации к калиевой сохраняется и в базальтах.

Геохимические особенности базальтов и риолитов всех трех субформаций и базальт-риолитовой формации в целом были изучены на шести рудных полях. Орловское, Камышенское и Верхубинское рудные поля представляют натриевую субформацию, Корбалихинское — промежуточную и Змеиногорское и Черепановское — калиевую. Результаты выполненных исследований сконцентрированы в табл. 6 и в кратком виде сводятся к следующему.

От натриевой субформации к калиевой как в базальтах, так и в риолитах происходит закономерное увеличение концентраций Rb и уменьшение содержаний Sr. В этом же направлении происходит уменьшение соотношения изотопов $^{87}Sr/^{86}Sr$, подчеркивающее антидромный характер продуктивного вулканизма. Содержания Sr и Ni в породах, особенно в базальтах, в направлении от Иртышской островной дуги (натриевой субформации) к краевому морю (калиевой субформации) уменьшается, а Co/Ni увеличивается (см. табл. 6).

В породах всех трех субформаций легкие лантаноиды преобладают над тяжелыми, что характерно для колчеданосных вулканогенных формаций, образовавшихся на существенно сиалическом фундаменте. В меньшей степени это преобладание проявлено для пород натриевой субформации, тяготеющей к палеозоне Беньоффа. Нормированные кривые распределения РЗЭ содержат ясно выраженный европиевый минимум.

В латеральном ряду: натриевая → промежуточная → калиевая субформации, фиксирующем на момент рудообразования направление палеоокеан → палеоконтинент происходит закономерное увеличение соотношений в породах La/Yb, $\Sigma Ce/\Sigma Y$ и содержаний Eu.

Кларки концентраций по трем основным рудогенным элементам — Pb, Zn и Cu в основном отрицательные, пониженные, отражающие *истощение* вулканитов по рудообразующим эле-

ментам. Это можно объяснить развитием процессов рециклинга при рудообразовании.

Каждая субформация рудоносной формации характеризуется своим вариантом геохимической и металлогенической специализаций (рис. 1, 2). Отложения натриевой субформации содержат существенно медные месторождения, калиевой — существенно свинцовые, а промежуточной — медно-свинцовые. С увеличением калия в рудовмещающих породах — практически прямо пропорционально увеличивается соотношение содержаний Pb и Cu в рудах, т.е. содержание Pb. Налицо четкая положительная корреляция концентраций Pb в рудах и K в породах. Соотношения Pb, Zn и Cu в рудах месторождений всех трех рудных субформаций (существенно медной, медно-свинцовой и существенно свинцовой) как бы *наследуют* соотношения кларков концентраций этих элементов в породах вулканогенных субформаций, особенно в рудовмещающих риолитах (табл. 7).

Сделаем следующие выводы.

Цинково-медное отношение, демонстрирующее для Уральской провинции исключительно высокую когерентность извлечения металлов из базальтового субстрата, на Алтае не сохраняется. В этой провинции, где дифференциация (базальт → риолит) проявлена более интенсивно и где много признаков полистадийности самого рудного (Pb—Zn—Cu) этапа, иные отношения средних содержаний металлов в рудах и отношений их запасов. Но при этом сохраняется преобладание этих отношений с кларками концентраций, натрий-калиевой специализацией и *истощением* пород рудными металлами. Калиевая специализация прямо коррелируется с концентрацией Pb в рудах, который является характерным металлом Рудно-Алтайской провинции в отличие от Уральской.

Учитывая выводы по этим двум провинциям, обобщим все сказанное. При анализе *границных условий* использования ГС для прогноза рудности сделано заключение о невозможности рекомендовать однотипную методику ее выявления и эффективного использования. Это заключение обусловлено объективной сложностью нелинейных связей оруденения с телами ГФ, которая демонстрируется схемой А.И.Кривцова [7]. Существуют ГФ, функционирующие в качестве геохимических барьеров и накопителей рудных элементов из внешних источников. В таких ГФ собственные первичные геохимические характеристики не содержат, естественно, прогнозных положительных сигналов о наложенном оруденении.

На основании полиметаллических колчедан-

ных месторождений эвгеосинклиналей Урала и Алтая приведен пример эффективного использования геохимической специализации рудоносных базальтоидных вулканитов. Сделан вывод, что наиболее вероятен прогноз для максимально дифференцированных свит (базальт → андезит → дацит → риолит), а продуктивными фациями являются кислые члены, которые истощены по рудным элементам. Объяснением такого рода «специализации вычитания» являются гипотезы метаматматической сульфуризации (А.Г.Жабин, В.С.Гладких) или ридиклингового выщелачивания (А.И.Кривцов, Е.И.Филатов и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладких В.С., Соловьев В.А. Петрохимические и геохимические особенности геосинклинального вулканизма (Магнитогорский метасинклиниорий) // Региональная геохимия и рудообразование. М., 1980. С. 270—288.
2. Жабин А.Г., Гладких В.С. Метаматматическая сульфуризация и колчеданные месторождения // Докл. АН СССР. Т. 251. № 4. С. 961—964.
3. Жабин А.Г., Гладких В.С. Метаматматическая сульфуризация базальтовых расплавов как геохи-

- мическая причина возникновения колчеданных месторождений эвгеосинклиналей // Флюиды в магматических процессах. М., 1982. С. 180—192.
4. Жабин А.Г., Кудрявцев Ю.К., Филатов Е.И. Геохимическая специализация геологических формаций как критерий металлогенического прогноза // Разведка и охрана недр. 1994. № 5. С. 7—8.
 5. Коржинский Д.С. Метаматматические процессы // Известия АН СССР. Серия геология, 1952. № 2. С. 3—12.
 6. Кривцов А.И. Палеовулканизм эвгеосинклинальных зон Урала и колчеданообразование. — М.: Недра, 1979.
 7. Кривцов А.И. Принципы классификации геологических формаций по их роли в рудогенезе // Геология рудных месторождений. 1984. № 1. С. 67—71.
 8. Овчинников Л.Н., Лутков Р.И. Геохимические типы и зональность колчеданного оруденения Урала. — М.: Наука, 1983.
 9. Серавкин И.Б. Вулканизм и колчеданные месторождения Южного Урала. — М.: Наука, 1986.
 10. Филатов Е.И. Полиматаллические месторождения фанерозоя. — М.: Недра, 1986.
 11. Филатов Е.И., Ширай Е.П. Формационный анализ рудных месторождений. — М.: Недра, 1988.
 12. Фролова Т.Н., Бурикова И.А. Геосинклинальный вулканизм (на примере восточного склона Южного Урала). — М.: Изд. МГУ, 1977.

УДК 550.84

© Ю.С.Ротанков, 1996

Мелкомасштабное структурно-геохимическое дешифрирование при поисках месторождений полезных ископаемых

Ю.С.РОТАНКОВ (ИМГРЭ)

В статье рассматривается вопрос о мелкомасштабном прогнозе при поисках месторождений рудных полезных ископаемых.

К геохимическому дешифрированию как методу интерпретации геохимической информации геохимики подошли буквально в последние годы. Это стало возможным в связи с разработкой новых компьютерных программ, позволяющих представлять информацию о множестве элементов на геохимических картах в свернутом виде. В нашем случае в качестве геохимической основы была использована карта, построенная по программе ГЕОСКАН-1000.

С помощью геохимического дешифрирования можно решать отдельные картировочные задачи и осуществлять целенаправленный прогноз и поиски месторождений полезных ископаемых.

Для выделения на геохимической основе линией какого-либо дешифрируемого элемента анализируется положение на карте максимумов и минимумов геохимических аномалий, визуально определяются морфология и общий рисунок отдельных частей геохимического поля в площади карты и изменение характера этого рисунка, проводится визуальная оценка отдельных участков карты по коэффициенту аномальности, а также изучаются некоторые другие признаки. Данная работа требует от исполнителя определенных навыков и тренировки в видении карты, позволяющих избежать выделения несуществующих в природе объектов дешифрирования.

В пределах Восточно-Забайкальского геохимического полигона в последние годы Москов-

ской опытно-методической геохимической экспедицией совместно с ГПП «Читагеология» проводились работы по программе многоцелевого геохимического картирования в масштабе 1:1 000 000. Опробовались коренные породы, почвы горизонтов А и В—ВС, донные отложения и поверхностные водотоки по сети 10х10 км. Итогом работ будет издание комплекта карт и записок к ним. Технология составления подобных карт изложена в методических рекомендациях и ряде статей (А.А.Головин, Н.Г.Гуляева, И.А.Морозова, 1995).

Остановимся на возможности использования данных геохимической съемки для структурно-геохимического дешифрирования и прогноза при поисках крупных рудных объектов.

На рис. 1 приведена схема основных линейных элементов, отдешифрированных на геохимической карте распределения функции СКАН с минимальным окном сканирования по одной из опробованных сред, а именно почвам горизонта А. При расчете функции СКАН учитывались результаты спектрального полуколичественного анализа на стандартный для Восточного Забайкалья набор из 40 химических элементов.

С помощью геохимического дешифрирования на этой довольно пестрой в геологическом отношении площади выделяется отчетливая каркасная, или скелетная, основа. То, что это не плод воображения, подтверждает следующий факт: линейменты в западной и восточной частях схемы совпадают с общим направлением разломов на геологической карте, а поперечные структуры,

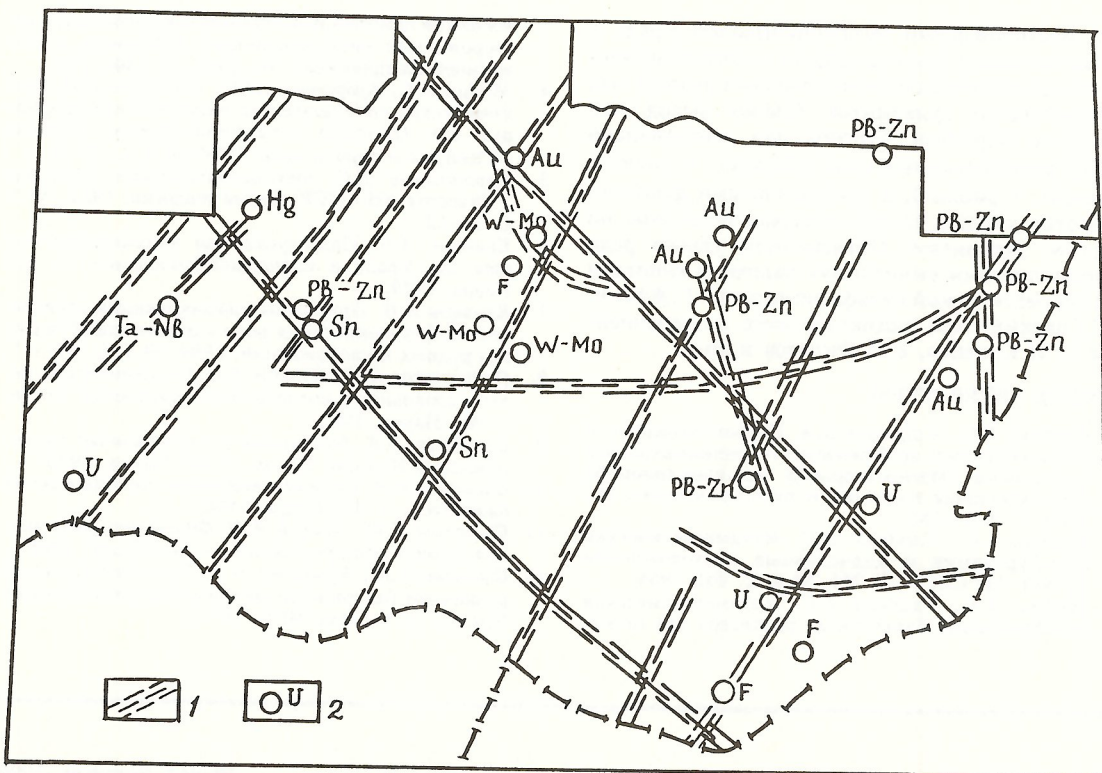


Рис. 1. Схема структурно-геохимического дешифрирования, Восточно-Забайкальский полигон:

1 — линейменты, отдешифрированные на геохимической карте (ГЕОСКАН-1000); 2 — месторождения полезных ископаемых различных формаций

отсутствующие на карте, фиксируются дистанционными геофизическими методами.

Как видно из схемы, все известные в регионе месторождения, независимо от их формационной принадлежности и возраста формирования, приурочены к узлам пересечений и сочленений выделенных линейментов, представляющих собой дизъюнктивные узлы. Это и Балейское золоторудное месторождение, и оловорудное Шерловая Гора, и урановое Стрельцовское, и др. Намечается довольно четкий контроль оруденения глубинными разломами.

Создается впечатление, что в глубинных частях земной коры существовала структура, подобная гигантскому кливажу, в узлах которого формировались месторождения. Эта структура существовала на протяжении длительного периода. На отдельных этапах к ней, возможно, подстраивались отдельные фрагменты.

Таким образом, выявленные в результате геохимического дешифрирования дизъюнктивные узлы потенциально рудоносны.

Теперь остановимся на практической стороне исследуемого вопроса. В качестве примера рассмотрим характер распределения аддитивного показателя, полученного путем суммирования содержаний золота в пробах различных сред в каждом пункте сопряженного опробования.

Предварительно следует отметить, что при расчете функции СКАН содержания золота не учитывались, т.к. в пробах почв из горизонта А на него не был проведен специальный анализ.

Как видно из карты (рис. 2), суммарные аномальные поля с максимальным содержанием золота тяготеют к узловым частям выделенного

каркаса. Причем в центральной части площади устанавливается единый слабо ветвящийся субмеридиональный пояс, характеризующийся повышенными содержаниями золота. С одним из эпицентров в его северной части совпадает рудное поле Балейского месторождения.

Особый интерес представляет ряд эпицентров в южной части пояса, пространственно совпадающих с узлами отдешифрированного каркаса. Их структурная позиция, геохимические параметры и размеры, а также приуроченность к породам метаморфического комплекса позволяют прогнозировать здесь наличие золоторудных объектов, специальные поиски которых в данном районе не проводились. Наличие в отдельных узлах в пределах выявленной золотой аномалии месторождений других металлов этих перспектив не снижает.

Сравнение полученных автором результатов с геохимической основой к карте прогноза по Восточно-Забайкальскому полигону, составленной на основе интегральных геохимических аномальных полей, показало, что перспективы отдельных площадей оцениваются по-разному.

По моему глубокому убеждению, в технологии процесса обработки геохимической информации по многоцелевому геохимическому картированию пропущено звено. На начальном этапе работ необходимо предусмотреть геохимическое дешифрирование, при котором рассматривается все геохимическое поле и учитывается естественная генерализация масштаба.

Возможность использования этого метода и в других, более частных, случаях изучена на примере Норильского рудного района, где металло-

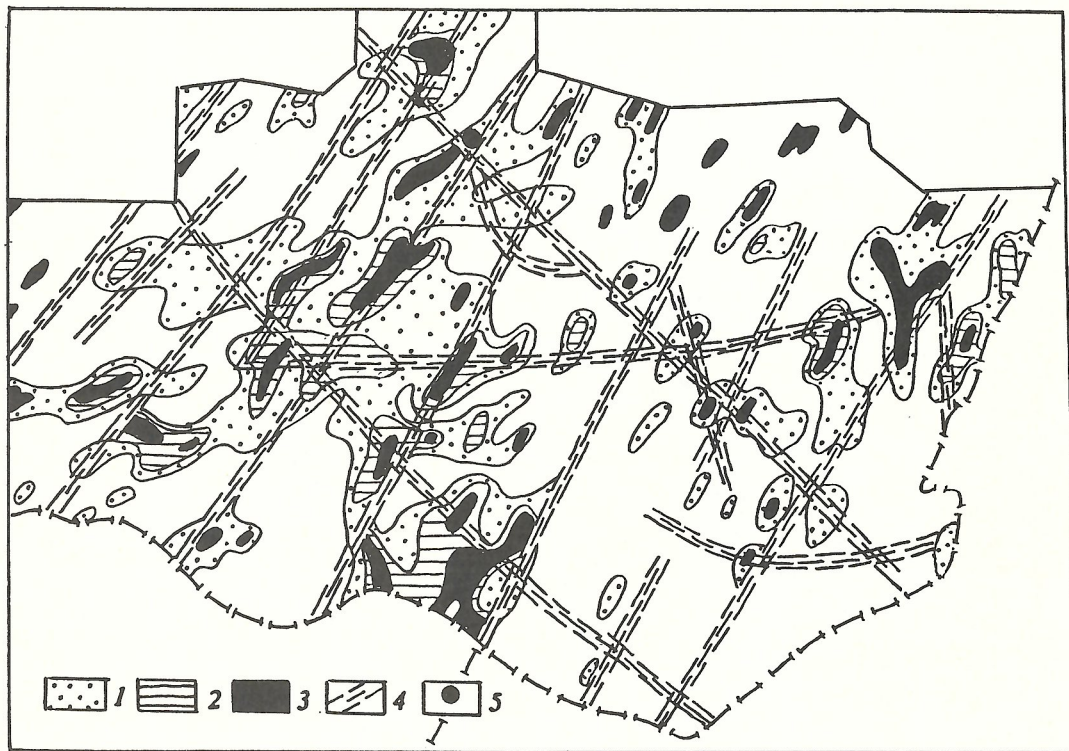


Рис. 2. Геохимическая карта распределения аддитивного показателя золота по данным опробования коренных пород, донных отложений и почвенного горизонта В-ВС, Восточно-Забайкальский полигон:

аддитивный показатель золота (в усл. ед.): 1 — 2—3, 2 — 4—6, 3 — более 6; 4 — линеаменты, отдешифрированные на геохимической карте (ГЕОСКАН-1000); 5 — Балейское золоторудное месторождение

геническая специализация однозначно определена. Здесь с помощью результатов, полученных при дешифрировании геохимических данных, можно решать аналогичную задачу по выделению дизъюнктивных узлов, наиболее перспективных на обнаружение медно-никелевых месторождений.

В течение ряда лет, приблизительно до середины 80-х годов, подразделениями ИМГРЭ велись опытно-методические работы в Норильском рудном районе, главной задачей которых являлась оценка площадей на скрытое сульфидное медно-никелевое оруденение. Был собран большой фактический материал, выделены элементы-индикаторы медно-никелевого оруденения, определена их зональность, на примере Талнахского и Норильского месторождений составлена геохимическая модель рудного поля. Все работы проводились в крупном масштабе, на разрезах (В.В.Рябов, 1988).

Более мелкомасштабные площадные исследования показали, что повышенные содержания рудогенных элементов в большинстве случаев приурочены к толще базальтов и осадочным породам без видимой связи с медно-никелевыми месторождениями.

На всех без исключения опосредованных площадях, а работы проводились в пределах Хараелахской и Норильской мульды, ореолы имели линейный характер, в отдельных случаях прослеживались на десятки километров, причем геохимические параметры ореолов на всем протяжении этих зон оказались довольно постоянными и ничем не отличались от таковых известных месторождений — Норильского и Талнахского.

Возникли вопросы, что же нами выделяется при площадных работах и как оценивать перспективы площади. Для решения их был проанализирован фондовый материал: результаты спектрального полуколичественного анализа керна скважин (из фондов Норильской геологоразведочной экспедиции и материалы, имеющиеся в Норильской геохимической партии Московской опытно-методической геохимической экспедиции).

Оценена площадь всего в 13 тыс. км² по результатам анализов проб керна из более 200 скважин, расстояние между которыми составило от 5 до 10 км и более. С учетом этого масштаб проведенной оценки условно приближается к 1:1 000 000. Оценка проводилась, к сожалению, без использования электронно-вычислительной техники, довольно примитивным способом.

На карте фактического материала цветом показаны скважины, в которых отмечены содержания меди, равные или превышающие 0,1 % независимо от глубины интервала, состава пород и возрастных взаимоотношений. Такой, мягко говоря, ненаучный подход дал весьма интересные результаты. Совершенно отчетливо и практически однозначно (рис. 3) выделились линейные зоны. Проявился своего рода геохимический каркас, в узлах которого расположены известные и уникальные месторождения медно-никелевых руд (Талнахское и Норильское). За пределами каркаса не зафиксировано ни одного проявления медно-никелевой минерализации.

Большинство выделенных линеаментов пространственно совпадают с известными глубинными разломами — Норильско-Хараелахским, Тан-

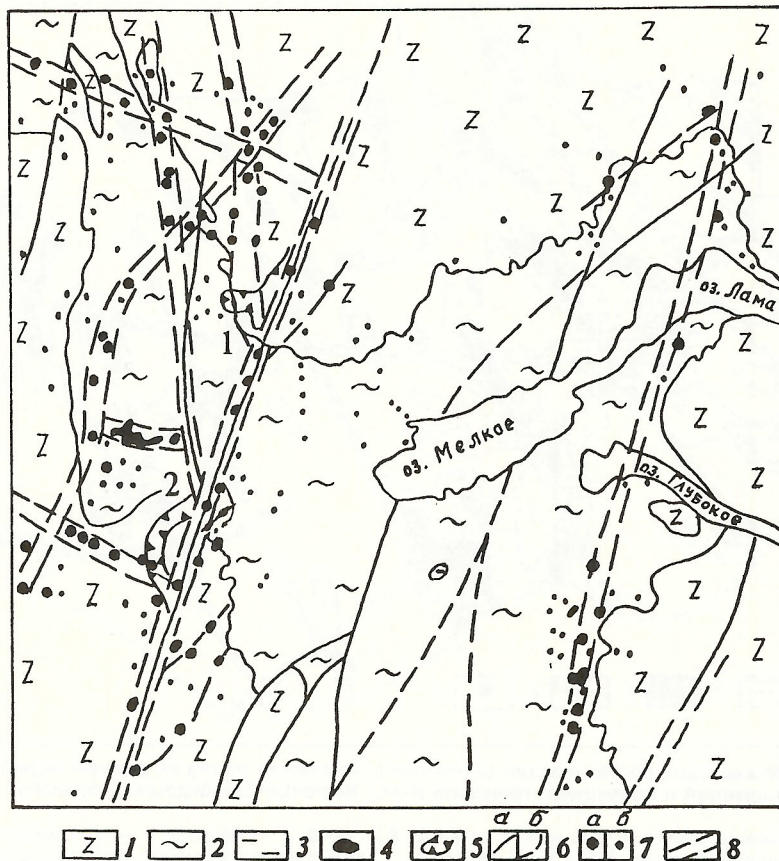


Рис. 3. Схема структурно-геохимического дешифрирования, Норильский рудный район:

1 — нижний триас — верхняя пермь, эффузивные образования; 2 — нижний кембрий — верхняя пермь, известняки, доломиты, ангидриты; 3 — верхний протерозой, известняки, аргиллиты, песчаники; 4 — дифференцированные интрузии габбро-долеритов; 5 — проекция на земную поверхность Талнахского (1) и Норильского (2) рудоносных интрузивов; 6 — основные разрывные нарушения (а — установленные, б — предполагаемые); 7 — буровые скважины с содержанием меди 0,1 % и более (а), менее 0,1 % (б); 8 — отдешифрированные линеаменты

гаролахским и др. Однако фиксируются не все имеющиеся на геологической карте разломы, а только те, к которым приурочены проявления медно-никелевой минерализации.

Севернее Талнахского и южнее Норильского месторождений совершенно отчетливо устанавливаются поперечные, перпендикулярные Норильско-Хараелахскому разлому, линеаменты. Возможно, появление таких поперечных структур или их сочетание с диагональными и определяет возникновение медно-никелевых месторождений со сплошными рудами.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что проводить оценку геохимических аномалий в пределах Норильского рудного района без учета их структурного положения в общем каркасе затруднительно, т.к. аномалии со сходными геохимическими параметрами, но с различной структурной позицией несут и различ-

ную поисковую нагрузку. На изученной в то время площади подобные узлы (имеется в виду сочленение поперечно секущих структур) больше не выделялись.

Прогнозирование новых объектов, подобных Талнахскому, возможно по результатам геохимических съемок на сопредельных территориях, но проведенных на значительной площади. Только в этом случае выделенный каркас может быть достоверно оценен.

Следует отметить, что приведенная схема структурно-геохимического дешифрирования Норильского рудного района (см. рис. 3) построена десятилетие назад на основании геохимической информации совершенно другого уровня. Однако полученные результаты даже на уровне той фактуры показывают неоспоримое сходство выделяемых структурных закономерностей с таковыми Восточно-Забайкальского полигона.

Памяти Иосифа Львовича Шаманского



24 ноября 1995 г. ушел из жизни Иосиф Львович Шаманский — крупный специалист в области геолого-экономической оценки ресурсов неметаллических полезных ископаемых.

И.Л.Шаманский родился 5 августа 1926 г. в г.Оренбурге в семье известного сибирского геолога и ученого, доктора геолого-минералогических наук Л.И.Шаманского. В 1948 г. он с отличием окончил Иркутский горно-металлургический институт и был направлен на работу в трест «Сибгеолнеруд». За период с 1948 по 1958 г. И.Л.Шаманский прошел путь от геолога до главного инженера нерудной экспедиции, выполнял поисково-разведочные работы на неметаллы в Омской, Томской, Новосибирской, Кемеровской областях, Алтайском и Красноярском краях.

В 1959 г. И.Л.Шаманский стал руководителем лаборатории нерудных полезных ископаемых СНИИГГМС, защитил в 1962 г. кандидатскую диссертацию по оценке песчаных и песчано-гравийных отложений Западной Сибири и снова вернулся к производственной деятельности в Западно-Сибирском геологическом управлении Мингео РСФСР.

С декабря 1965 г. и до конца жизни деятельность

Иосифа Львовича была связана с Центральным научно-исследовательским институтом геологии нерудных полезных ископаемых (ЦНИИгеолнеруд), где он организовал и возглавил творческий коллектив по геолого-экономической оценке ресурсов неметаллического сырья.

Инициатива, глубокие знания, высокий профессионализм и работоспособность, исключительные организаторские качества и устремление к новому выдвинули И.Л.Шаманского в число крупнейших геологов-нерудников.

За время работы в институте им и под его научным руководством выполнены десятки научно-исследовательских разработок по проблемам геолого-экономической оценки ресурсов и месторождений горно-технического, горно-химического и минерального строительного сырья в масштабах страны, экономических районов и крупных регионов, включая зону Байкало-Амурской магистрали, Нечерноземную зону РСФСР, Западно-Сибирскую нефтегазоносную провинцию, Республику Татарстан и другие территории России и СНГ.

Под руководством И.Л.Шаманского разработаны и изданы «Методические рекомендации по геолого-экономической оценке и картографированию ресурсов нерудных полезных ископаемых», монографии «Методология планирования запасов неметаллических полезных ископаемых», ставшие настольными книгами не только отечественных, но и зарубежных геологов-нерудников (Куба, Вьетнам и Алжир).

Долгие годы И.Л.Шаманский являлся куратором Мингео СССР по минеральному строительному сырью. Заслуги И.Л.Шаманского перед отечественной геологией отмечены высокими правительственными наградами, а также отраслевыми знаками отличия.

За месяц до своей безвременной кончины И.Л.Шаманский был удостоен звания Лауреата Государственной премии Республики Татарстан в области науки и техники.

И.Л.Шаманскому были свойственны интеллигентность, благородство, открытость, оптимизм и исключительное личное обаяние. Он щедро делился с коллегами и учениками своими многочисленными идеями и создал собственную научную школу, подготовив 10 кандидатов наук.

Светлая память об Иосифе Львовиче Шаманском навсегда сохранится в памяти его друзей, коллег, учеников, всех тех, кому посчастливилось знать этого выдающегося геолога и замечательного человека.

*Ученый Совет ЦНИИгеолнеруда
Редколлегия журнала*

Памяти Валентина Михайловича Гольдберга



15 февраля 1996 г. на 62 году скоропостижно скончался доктор геолого-минералогических наук, профессор Валентин Михайлович Гольдберг.

В.М.Гольдберг родился 14 марта 1934 г. в Москве. В 1956 г. окончил Московский институт нефтяной и газовой промышленности им. И.М.Губкина. По окончании учебы после двух лет работы в институте Фундаментпроект перешел работать во ВСЕГИНГЕО, где прошел путь от рядового инженера до ведущего ученого, имя которого известно научной общественности не только в СНГ, но и во многих странах мира.

Со ВСЕГИНГЕО связаны 35 лет профессиональной научной деятельности В.М.Гольдберга. Здесь в 1964 г. он защитил кандидатскую диссертацию по одной из актуальных проблем охраны природных вод — гидрогеологическому обоснованию защиты водозаборов подземных вод; в 1972 г. им была защищена докторская диссертация, посвященная проблеме подземного захоронения промышленных сточных вод в глубокозалегающие горизонты, а в 1980 г. присвоено ученое звание профессора по специальности «гидрогеология».

В.М.Гольдберг — один из основателей геоэкологии; его усилиями в начале 70-х годов во ВСЕГИНГЕО было организовано новое научное подразделение, занимающееся исследованием экологических проблем в гидрогеологии — лаборатория охраны подземных вод, которой Валентин Михайлович бессменно руководил с 1973 до 1994 г. Последние полтора года Валентин Михайлович посвятил академической науке: с 1993 г. он возглавлял лабораторию гидрогеоэкологии в Инженерно-геоэкологическом центре РАН.

В.М.Гольдберг был крупнейшим специалистом в области охраны подземных вод от загрязнения и истощения. С его именем связан ряд основополагающих раз-

работ по этой проблеме: концепция профилактической охраны подземных вод, принципы организации и ведения мониторинга качества подземных вод, методика оценки естественной защищенности подземных вод. В 1984 г. им было подготовлено и при его активном содействии внедрено в практику Положение об охране подземных вод, действующее поныне. На основе разработанной В.М.Гольдбергом методики картографирования территорий по условиям естественной защищенности подземных вод в конце 80-х годов были созданы карты естественной защищенности и загрязнения подземных вод СССР масштаба 1:2 500 000 и его европейской части масштаба 1:1 500 000.

На протяжении многих лет В.М.Гольдберг выполнял обязанности отраслевого куратора работ по охране подземных вод. Наиболее тесные его связи с производственными и научными организациями Украины, Таджикистана, стран Прибалтики позволили создать первые в стране опытно-производственные эколого-гидрогеологические полигоны — важнейшие инструменты контроля состояния подземных вод в службе государственного мониторинга геологической среды.

Ведущими направлениями теоретических работ В.М.Гольдберга были изучение проницаемости глин и надежности экранирующих свойств глинистых толщ в связи с проблемой обеспечения безопасного захоронения токсичных промышленных отходов, а также исследования динамики областей загрязнения подземных вод для совершенствования методики прогнозов изменения их качества. По ряду проблем он тесно сотрудничал со специалистами Чехословакии, Болгарии, ГДР. В.М.Гольдберг активно пропагандировал идею взаимосвязи состояния качества подземных вод с состоянием других природных сред и обусловленной этим необходимостью комплексного подхода к изучению загрязнения подземных вод.

В.М.Гольдберг — автор нескольких монографий, изданных в нашей стране и за рубежом, более сотни методических руководств, научных статей и публикаций. Он являлся членом ученых советов ВСЕГИНГЕО, МГУ, МГРИ, ИГЦ РАН, председателем и членом многих государственных и отраслевых экспертных комиссий. В 1991—1992 гг. он руководил делегацией экспертов, выполнявшей эколого-экономическую оценку влияния на окружающую среду объектов Западной группы войск СССР в Чехии, Словакии и Венгрии.

Владимир Михайлович вел активную преподавательскую деятельность: многие годы он руководил во ВСЕГИНГЕО курсом «Охрана подземных вод» при кафедре гидрогеологии отраслевого Института повышения квалификации специалистов, с конца 80-х годов читал лекции по гидрогеодинамике студентам Московской государственной геологоразведочной академии; под его научным руководством было подготовлено более 20 кандидатов наук; он оказал активное содействие в подготовке ряда докторских диссертаций.

Плодотворная деятельность В.М.Гольдберга неоднократно отмечалась наградами Министерства геологии СССР. Результаты его исследований отмечены золотыми и серебряными медалями ВДНХ СССР. В 1990 г. ему присвоено звание «Почетный разведчик недр», за трудовые заслуги отмечен правительственными наградами.

Валентин Михайлович Гольдберг был большим ученым, яркой, разносторонне развитой творческой личностью, доброжелательным и отзывчивым человеком. Все, кому доводилось общаться с ним, неизменно отмечали благородство и истинную интеллигентность Валентина Михайловича. Таким он и сохранится в памяти всех, кто его знал и с кем работал.

*Ученый Совет ВСЕГИНГЕО
Редколлегия журнала*

Contents

ORGANIZATION, MANAGEMENT, ECONOMY, SUBSURFACE USE		
In the Collegium of the RF Committee on Geology and Subsurface Use	3	<i>Sorokin V.M.</i> Foreign experience of utilization of kaolinite- containing bauxites 30
Publishing and information activity of Roscomnedra	10	<i>Drozdov V.P.</i> Minerageny of gemstones 32
METALS AND NON-METALS		<i>Levin L.E., Razvalyayev A.B., Lartsev V.S.</i> Structure and ore content of the segimentary cover on the Shatsky uplift 38
<i>Kudrin V.S., Arkhangelskaya V.V., Postnikov S.A., Epshtein Ye.M.</i> Strategy and principles of forecasting of complex rare metal deposits	12	GEOCHEMISTRY
<i>Golivkin N.I., Bergman I.A., Shaposhnikova N.Yu., Yefremov D.M., Dmitriyev N.A., Medvedovsky S.Ya</i> A problem of forecasting and prospecting for highly productive iron ore depositional features	19	<i>Zhabin A.G., Kudryavtsev Yu.K., Filatov Ye.I., Beskin S.M.</i> Using the geochemical specialization of volcanites in forecasting of massive sulfide deposits 44
<i>Lisitsyn A.Ye.</i> The Uralian boron-bearing province	25	<i>Rotankov Yu.S.</i> Small-scale structural-geochemical interpretation techniques in prospecting for mineral deposits 51
		In memory of Iosif L. Shamansky 55
		In memory of Valentin M. Gol'dberg 56